

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra energetiky

**Systém zásobování teplem pro rodinný dům s využitím
sluneční energie a nízkopotenciálního tepla přírodních hmot**

***Heat Supply System for Family House with Solar Energy and
Low Potential Nature Heat Utilization***

Student:

Bc. Jan Melecký

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Mojmír Vrtek, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Melecký**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T006 Energetické stroje a zařízení
Téma: **Systém zásobování teplem pro rodinný dům s využitím sluneční energie
a nízkopotenciálního tepla přírodních hmot
Heat Supply System for Family House with Solar Energy and Low
Potential Nature Heat Utilization**

Zásady pro vypracování:

Navrhněte systém vytápění a ohřevu teplé vody pro rodinný dům s hospodářskou budovou a krytým bazénem využívající tepelné čerpadlo a termosolární kolektory.

Diplomová práce bude obsahovat:

1. Výpočet sezónní potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody.
 2. Kapacitní a bilanční výpočty s využitím databáze Meteonorm.
 3. Zapojení TČ a solárního systému do stávajících rozvodů
 4. Stanovení environmentálního přínosu projektu a ekonomické vyhodnocení.
- Grafické práce: Schéma systému vytápění a přípravu teplé vody, Dispoziční uspořádání v rámci objektu

Seznam doporučené odborné literatury:


KAMINSKÝ, J.; VRTEK, M. Obnovitelné zdroje energie. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, 1998. 102 s. ISBN 80-7078-445-8.
HUMM, O. Nízkoenergetické domy. Praha : Grada, 1999. 353 s. ISBN 80-7169-657-9.
TURNER, W., C. Energy Management Handbook. 3. vyd. Lilburn : The Fairmont Press, Inc., 1997. 400 s. ISBN: 0-13-728098-X.
SMOLÍK, J. Technika prostředí. Praha : SNTL/ALFA, 1985. 317 s.
DVOŘÁK Z., KLAZAR L., PETRÁK J. Tepelná čerpadla. Vyd. 1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1987. 339 s.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Mojmír Vrtek, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010
Datum odevzdání: 23.05.2011




prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....23. 5. 2011.....

.....Jan Melický.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

23.5.2011

.....
Bc. Jan Melecký

Adresa trvalého pobytu:

Novodvorská 57, 747 21 Kravaře

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

MELECKÝ, J. *Systém zásobování teplem pro rodinný dům s využitím sluneční energie a nízkopotenciálního tepla přírodních hmot*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Fakulta strojní, katedra energetiky, 2011, 55 s. Vedoucí diplomové práce: VRTEK, M.

Diplomová práce se zabývá návrhem systému vytápění, přípravy teplé vody a ohřevu bazénové vody pomocí tepelného čerpadla a termosolárních kolektorů. Rodinný dům s hospodářskou budovou se nachází ve městě Nový Jičín a je obýván čtyřmi osobami.

V diplomové práci je zpracován výpočet sezónní potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody, kapacitní a bilanční výpočty pro krytý bazén dle databáze Meteonorm. Na základě tepelných ztrát rodinného domu a hospodářské budovy jsou navržena tepelná čerpadla, která se starají o tepelnou pohodu a přípravu teplé vody. Dle potřeb tepla krytého bazénu jsou navrženy solární kolektory, které slouží spolu s tepelným čerpadlem pro zajištění požadované teploty bazénové vody. Také je stanoven environmentální přínos projektu a ekonomické vyhodnocení.

ANNOTATION OF GRADUATION THESIS

MELECKÝ, J. *Heat Supply System for Family House with Solar Energy and Low Potential Nature Heat Utilization*. Ostrava: Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Power Engineering, 2011, 55 p. Head of Thesis: VRTEK, M.

This graduation theses put mind to project of heating system, preparation of warm water and warming swimming pool water because of heat pump and thermo solar collector. Family house with a farm house is located in Novy Jicin town and there are four people living in the house.

This theses contains a processed calculation seasonal needs of heat for heating and preparation for warm water, capacitive and balance calculations for in-door swimming pool in an accordance with Meteonorm database. On the basis of thermal losses of the family house and the farm house there is a heat pumps proposal which care about heat comfort and preparation of hot water. In accordance with a warm of in-door swimming pool there are also solar collectors suggested which are cooperating together with heat pump reinsurance required by temperature for swimming pool water. Diploma theses also contains environmental benefit of the project and economical evaluation.

OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ A ZKRATEK	8
1 ÚVOD	11
2 TEPELNÉ ČERPADLO	12
3 SOLÁRNÍ SYSTÉMY	16
3.1 Typy solárních kolektorů	17
4 VÝPOČET SEZÓNÍ POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY	18
4.1 Základní popis objektu	18
4.2 Stanovení tepelných ztrát rodinného domu a hospodářské budovy	18
4.3 Potřeba tepla pro RD	19
4.3.1 Potřeba tepla pro teplou vodu	19
4.3.2 Celková roční potřeba tepla pro vytápění	20
4.3.3 Celková roční potřeba tepla pro vytápění + TV	20
4.4 Potřeba tepla pro HB	21
4.4.1 Potřeba tepla pro teplou vodu	21
4.4.2 Celková roční potřeba tepla pro vytápění	21
4.4.3 Celková roční potřeba tepla pro vytápění + TV	22
5 VOLBA TEPELNÉHO ČERPADLA	23
5.1 Návrh výkonu tepelného čerpadla	23
5.2 Stanovení provozního způsobu vytápění	23
5.3 Návrh otopného systému	23
5.4 Určení nízkopotencionálního zdroje tepla	24
5.5 Volba typu tepelného čerpadla	24
5.6 Potřebná plocha pro plošný kolektor pro RD i HB	25
5.7 Zemní plošný kolektor	26
6 ZAPOJENÍ TEPELNÉHO ČERPADLA DO ROZVODŮ	30
6.1 Umístění systému vytápění a přípravy TV v rámci objektu	30
6.2 Volba příslušenství navrhovaného systému	33
7 VNITŘNÍ BAZÉN, OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY SOLÁRNÍMI KOLEKTORY, ZAPOJENÍ	36
7.1 Zakrývání vodní hladiny	37
7.2 Tepelná ztráta a potřeba tepla bazénu	37
7.3 Výpočet tepelné ztráty přestupem z vodní hladiny	38
7.4 Ohřev doplňované vody	41
7.5 Celková potřeba tepla na ohřev bazénu	42

8	VOLBA SOLÁRNÍHO KOLEKTORU	43
9	KAPACITNÍ A BILANČNÍ VÝPOČTY S VYUŽITÍM DATABÁZE METEONORM	45
10	STANOVENÍ ENVIRONMENTÁLNÍHO PŘÍNOSU PROJEKTU A EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	47
	10.1 Investiční náklady	47
	10.2 Výpočet provozních nákladů na vytápění dle druhu paliva.....	48
	10.3 Výpočet návratnosti	49
	10.4 Environmentální vyhodnocení	50
11	ZÁVĚR.....	52
12	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53
	PŘÍLOHY	54

SEZNAM POUŽITÝCH OZNAČENÍ A ZKRATEK

Značka	Veličina	Jednotka
c_p	měrná tepelná kapacita vody	[J/kg.K]
c_v	měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kg.K]
d	počet dní topného období	[-]
f_l	vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot	[-]
I_c	intenzita celkového záření	[W/m ²]
k	celkový počet návštěvníků	[-]
N	počet kalendářních dní	[-]
n	počet osob	[-]
p	tlak	[Pa]
p	přirážka na tepelné ztráty soustavy	[%]
p_c	celkový tlak okolního vzduchu	[Pa]
p_w “	parciální tlak syté páry	[Pa]
Q_c	tepelná ztráta objektu	[W]
Q_C	celková potřeba tepla na ohřev bazénu	[Wh/měs]
Q_K	topný výkon TČ	[W]
Q_{KO}	příkon kompresoru TČ	[W]
Q_N	navržený výkon TČ	[W]
Q_{pc}	denní potřeba tepla pro ohřev bazénové vody	[Wh/den]
$Q_{p,d}$	bazénová potřeba tepla během dne	[Wh]
$Q_{p,n}$	bazénová potřeba tepla během noci	[Wh]
Q_R	roční potřeba tepla pro vytápění + TV	[Wh]
Q_{SV}	měsíční potřeba na ohřev doplňované vody	[Wh/měs]
$Q_{TV,D}$	denní potřeba tepla pro ohřev TV	[Wh]
$Q_{TV,R}$	roční potřeba tepla pro ohřev TV	[Wh]
Q_V	chladicí výkon TČ	[W]
$Q_{VYT,R}$	roční potřeba tepla pro vytápění	[J]
Q_Z	tepelné ztráty přestupem z vodní hladiny	[W]
q_z	tepelný výkon získaný z 1 m ² zeminy	[W/m ²]
r	výparné teplo vody	[J/kg]
S	plocha	[m ²]

t_1	teplota studené vody	[°C]
t_2	teplota teplé vody	[°C]
t_e	venkovní výpočtová teplota	[°C]
t_{is}	průměrná vnitřní teplota	[°C]
t_{es}	průměrná venkovní teplota	[°C]
t_{SVL}	teplota studené vody v létě	[°C]
t_{SVZ}	teplota studené vody v zimě	[°C]
t_v	teplota okolního vzduchu (bazénová místnost)	[°C]
$t_{v,n}$	teplota okolního vzduchu v noci (bazénová místnost)	[°C]
t_w	teplota bazénové vody	[°C]
$t_{w,n}$	teplota bazénové vody v noci	[°C]
$V_{SV,os}$	měrná potřeba přiváděné čisté vody na osobu	[m ³ /os]
$V_{TV,DEN}$	průměrná denní potřeba TV	[m ³ /den]
$V_{TV,DEN,OS}$	průměrná denní potřeba TV jedné osoby	[m ³]
x_v	měrná vlhkost nasyceného vzduchu	[kg/kg sv]
x_w	měrná vlhkost nasyceného vzduchu	[kg/kg sv]
z	koeficient energetických ztrát systému pro přípravu TV	[-]
α_s	součinitel přestupu tepla sáláním	[W/m ² .K]
α_k	součinitel přestupu tepla konvekcí	[W/m ² .K]
α_v	součinitel přestupu tepla vypařováním	[W/m ² .K]
φ	relativní vlhkost	[%]
φ_v	relativní vlhkost	[%]
ρ	hustota vody	[kg/ m ³]
τ_d	časový úsek, kdy je bazén nezakrytý	[h]
τ_n	časový úsek, kdy je bazén zakrytý	[h]
Δt	ochlazení vody v topném okruhu	[°C]

Seznam zkratek a označení

ČSN	česká státní norma
DPH	daň z přidané hodnoty
EN	evropská norma
GJ	gigajoule
HB	hospodářská budova
Kč	korun českých
kW	kilowatt
kWh	kilowatthodiny
m	metr
měs	měsíc
MJ	megajoule
mm	milimetr
RD	rodinný dům
SPF	Solartechnik Prüfung Forschung
TČ	tepelné čerpadlo
TV	teplá voda
USA	United States of America
W	watt

1 ÚVOD

Neustále rostoucí světová spotřeba energií patří v posledních letech mezi nejdiskutovanější oblasti energetiky vůbec. Nejvíce otázek je okolo fosilních paliv, neboť kapacita zásob uhlí, ropy a plynu není nekonečná. Výroba energie z fosilních paliv značně zatěžuje životní prostředí, a proto stále větší popularitu získávají alternativní energetické zdroje. Mezi vyčerpatelnou energií řadíme i energii z jaderného paliva.

Zamezit rostoucím spotřebám energií prakticky nejde, ale lze učinit řadu úsporných opatření a využít všech dostupných zdrojů energie. Jako hlavní úsporné opatření můžeme považovat zvýšení účinností jednotlivých systémů a zařízení pro výrobu energie. S nárůstem účinnosti nám klesá spotřeba paliva, tím pádem klesá produkce škodlivin a také se to projeví na prodloužení zásob paliva. Za zmínku stojí říci to, že roční spotřeba v některých afrických zemích je na osobu 20 GJ, v evropských zemích se dostáváme na hodnotu 200 GJ za rok a v USA dokonce 350 GJ ročně. A toto potvrzuje fakt, čím více vyspělejší země, tím vyšší spotřeba energií.

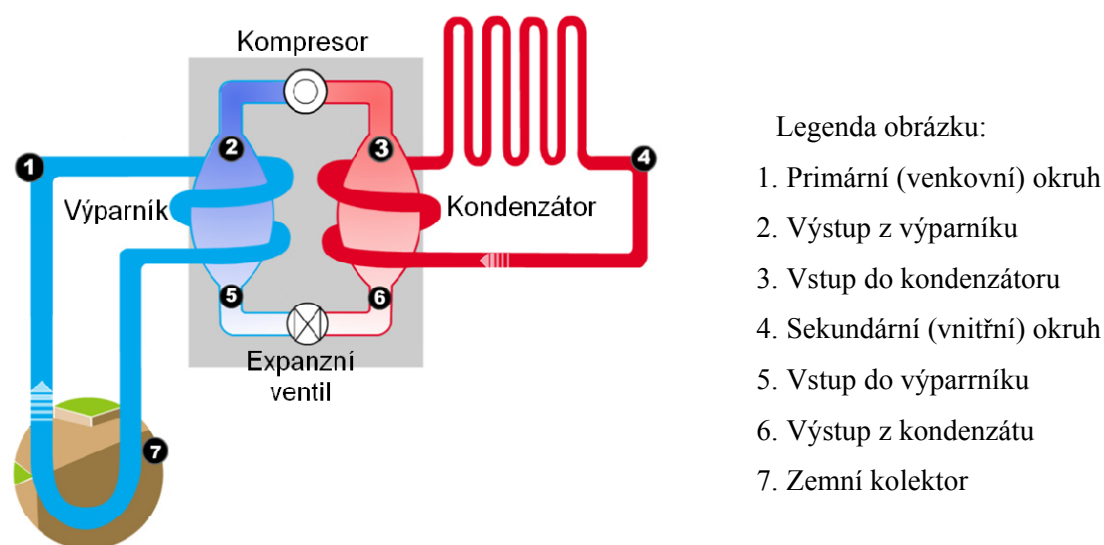
Tato diplomová práce se zabývá návrhem vhodného systému pro vytápění, přípravu teplé vody a ohřevu bazénové vody pomocí tepelného čerpadla a termosolárních kolektorů. V úvodní části je vysvětlen princip a rozdělení tepelných čerpadel a solárních kolektorů, dále je stanoven výpočet sezónní potřeby tepla pro vytápění a přípravu teplé vody, následuje volba vhodného tepelného čerpadla a jeho zapojení do systému. V další kapitole je vypočtena potřeba tepla pro ohřev bazénové vody. Tuto potřebu zajišťují solární kolektory spolu s tepelným čerpadlem.

V závěru práce je stanovení environmentálního přínosu projektu a ekonomického vyhodnocení.

2 TEPELNÉ ČERPADLO [3, 4, 11, 12, 15]

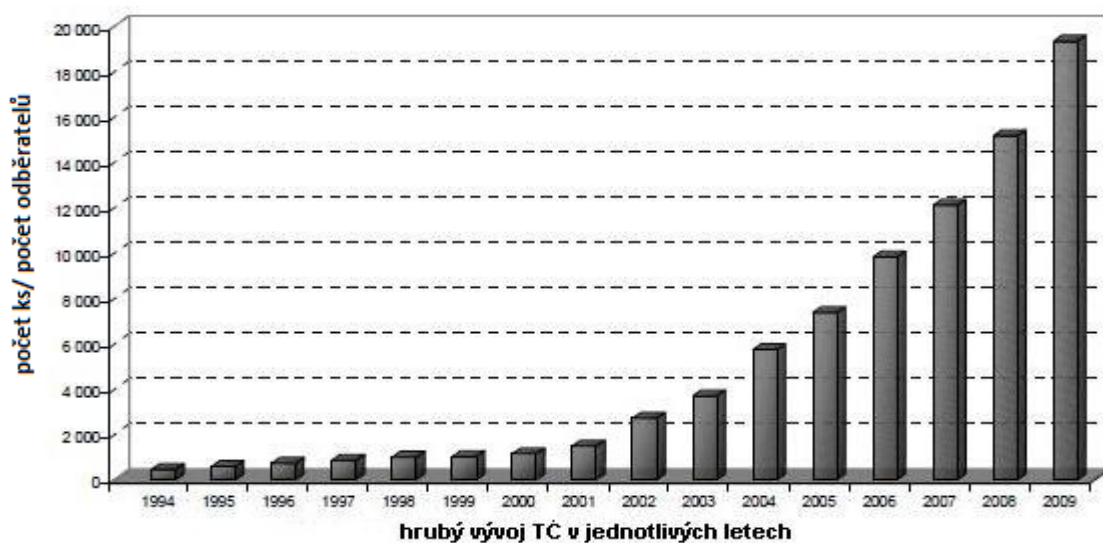
Tepelná čerpadla jsou taková zařízení, která umí získávat teplo z chladnějšího tělesa a následně přenášet na těleso teplejší. Chladnějším tělesem se myslí zemina, voda nebo vzduch a teplejším tělesem topná voda či vzduch v domě. V podstatě se dá říct, že tepelné čerpadlo využívá nízkopotenciální energii zdroje a převádí tuto energii na využitelnou tepelnou energii.

Nutno podotknout, že tepelné čerpadlo energii nevyrábí, ale přeměňuje na vyšší teplotní úroveň pomocí kompresoru, který je poháněn elektrickým motorem.



Obr. 2.1: Princip tepelného čerpadla

Zdroj: Prezentace „Tepelná čerpadla“ Bořivoj Šourek

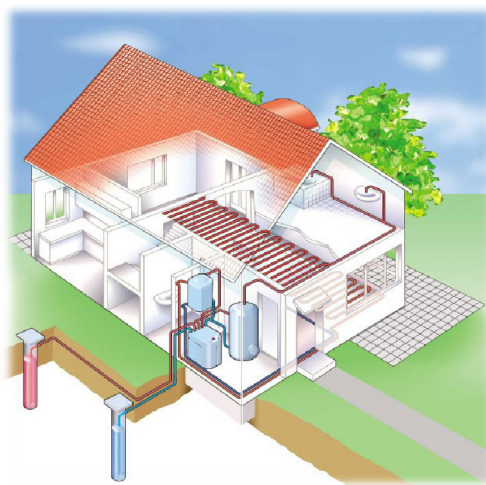


Obr. 2.2: Vývoj TČ v České Republice

Zdroj: http://biom.cz/upload/9dde8a86bc39c815ad93f4e52cbe3ebf/bufka_graf_5.JPG

Tepelné čerpadlo voda - voda

U systému voda - voda se vyžaduje dostatečná vydatnost vody, která pro rodinný dům musí dosahovat minimálně 0,5 l/s. Příznivé hydrogeologické podmínky jsou také předpokladem před realizací tohoto systému. Podzemní voda má stálou teplotu, která se pohybuje okolo 10 °C. Proto je vhodným zdrojem pro tepelné čerpadlo. K odebrání tepla z vody je zapotřebí dvou studen. Z první studny se voda čerpá do výparníku tepelného čerpadla, kde se voda ochladí a následně dodává do druhé, vsakovací studny. Během doby průtoku mezi oběma studnami se voda opět ohřeje.



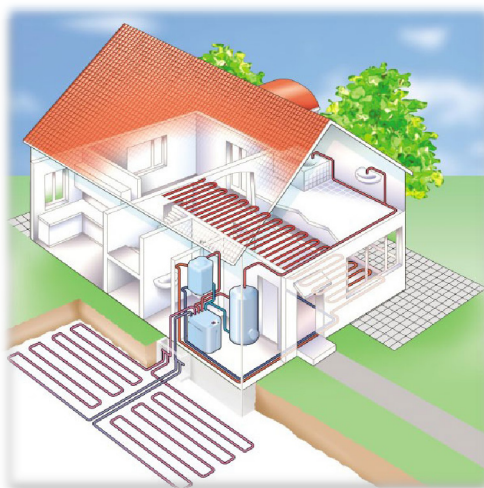
Obr. 2.3: Tepelné čerpadlo voda - voda

Zdroj: <http://www.mvb.cz/userfiles/images/tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-voda-voda.jpg>

Tepelné čerpadlo země – voda

Tepelné čerpadlo zemní kolektor - voda

U tohoto systému je zdrojem nízkopotenciální energie země, ze které se odebírá energie pomocí kolektoru z plastových hadic, v kterých protéká nemrznoucí roztok. Potřebná plocha na 1 kW výkonu tepelného čerpadla se uvádí 10 až 30 m² plochy pozemku. Záleží na typu zeminy a lokalitě. Většinou se pořízení tohoto systému realizuje při stavbě domu, kdy tolik nevádí „rozkopání“ pozemku. Důraz je kladen na kvalitní materiály hadic. Na rozdíl od „vrtu“ zde odpadá nutnost stavebního povolení.

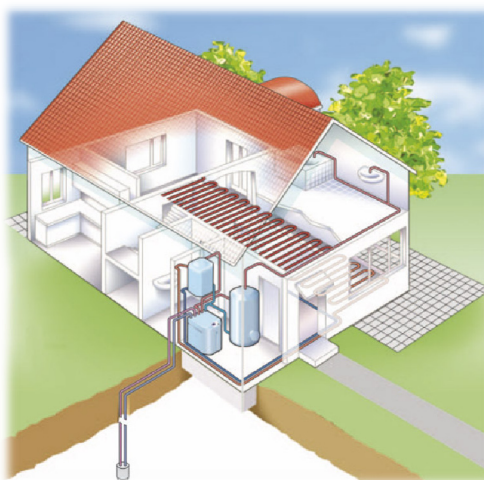


Obr. 2.4: Tepelné čerpadlo zemní kolektor - voda

Zdroj: <http://www.mvb.cz/userfiles/images/tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-zeme-voda-kolektor.jpg>

Tepelné čerpadlo zemní vrt - voda

Tam, kde není možno aplikovat zemní kolektor, se uplatňuje hloubkový vrt, který se skládá ze svazku trubek. Často se používá i několik vrtů, které jsou paralelně spojeny. U rodinných domů se hloubka vrtu provádí v rozmezí 50 - 120 metrů. U zemních vrtů je výhodou rovnoměrnější teplota oproti zemnímu kolektoru pod povrchem. V hloubkách 10 metrů a níže je v podstatě teplota, která je neměnná a rovna průměrné roční teplotě okolo 8 °C. Pro 1 kW výkonu tepelného čerpadla je zapotřebí 12- ti až 18- ti metrový hlubinný vrt. Výhodou je, že systém vyžaduje minimální plochu pro vrt.



Obr. 2.5: Tepelné čerpadlo zemní vrt – voda

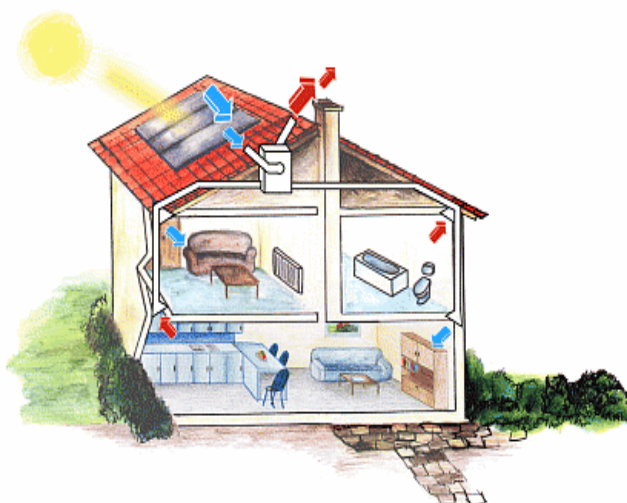
Zdroj: <http://www.mvb.cz/userfiles/images/tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-zeme-voda.jpg>

Tepelné čerpadlo vzduch - voda

Využívá se nejdostupnější zdroj tepla, kterým je vzduch. Tepelné čerpadlo vzduch - voda je schopno pracovat do velmi nízkých teplot, a to až do $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Efektivita čerpadel při takto nízkých teplotách je malá, proto se vyplatí od teploty okolo $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ používat záložní zdroj tepla. Vynikající účinnost tato tepelná čerpadla mají na jaře a na podzim, kdy je teplota vzduchu vyšší než teplota vody či země. Mezi nevýhody tohoto zdroje patří kolísání teplot venkovního vzduchu.

Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch

Tepelná čerpadla vzduch - vzduch využívají energii ve vzduchu a předávají ji ve formě tepla k vytápění či chlazení objektů. Princip těchto čerpadel je shodný s principem klimatizace. Použití tepelné čerpadlo jako klimatizaci nečiní žádný problém, jde to bez jakéhokoliv zásahu do systému. Podmínkou je instalování vzduchotechnického rozvodu.



Obr. 2.6: Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch

Zdroj: http://www.slunecnikolektory.cz/cz/tepelna_cerpadla_vzduch_vzduch.php3

3 SOLÁRNÍ SYSTÉMY [1, 4, 8]

Pasivní solární systémy

Snad každý rodinný dům využívá tepelnou energii ze svého okolí. U pasivních systémů se jedná o zcela přirozenou cestu přenosu energie bez jakéhokoliv technického zařízení. Realizace lze nejvíce využít při stavbě rodinných domů, ale i přestavba již postavených domů není problém. Energetický přínos pasivních systémů je individuální. Může se jednat o výstavbu zimních zahrad, skleněných verand či jiných skleněných přístavků.



Obr. 3.1: Pasivní solární systém

Zdroj: http://i.idnes.cz/07/072/maxi/WEB1c6c97_Kopie_NED_Di9581_ekowatt.jpg

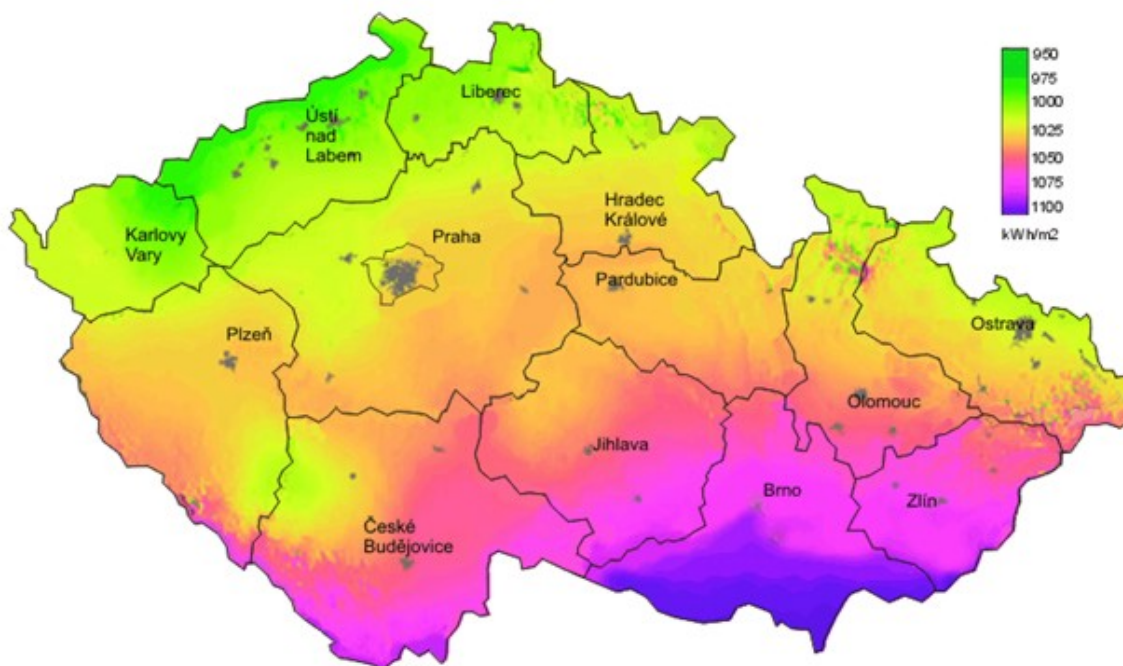
Aktivní solární systémy

S pořízením solárních kolektorů nesouvisí žádná přestavba či úprava objektu, tak je možno kolektor instalovat jak na starší, tak i na nové rodinné domy. Energie získána ze slunce je většinou kumulována v zásobníku. Je to z důvodu nepravidelného nebo nedostatečného slunečního svitu. Solární kolektory by měly být orientovány na jih s minimální odchylkou na západ, z důvodu využití energie i při západu Slunce. V letních měsících je možno přebytkem tepla ohřívat vodu v bazénech.



Obr. 3.2: Aktivní solární systém

Zdroj: <http://www.panoelektro.com/media/solarni-systemy.jpg>

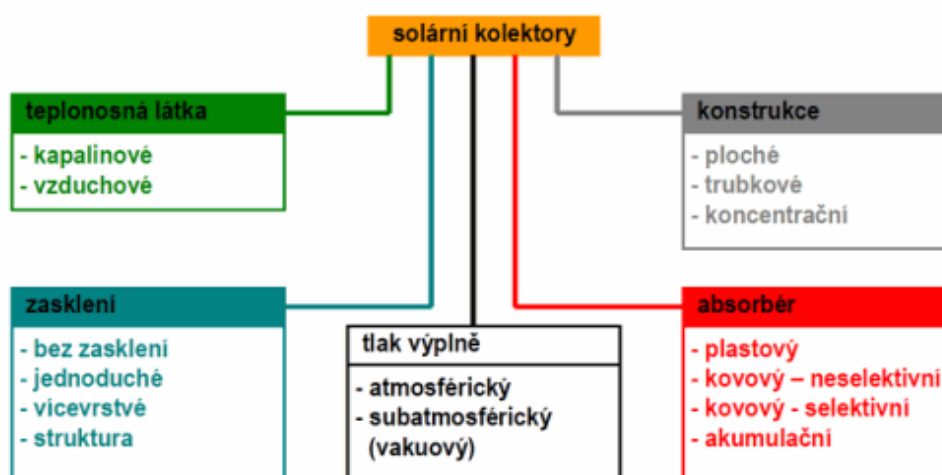


Obr. 3.3: Průměrný roční dopad solární energie na povrch země v ČR

Zdroj: http://www.es-systems.eu/images/fotovoltaika_prumerny_dopad.jpg

3.1 Typy solárních kolektorů

Nejvíce rozšířené jsou kapalinové solární kolektory, u kterých je absorbér tvořen trubkami s teplotonosnou látkou, jež má za úkol odvádět teplo z povrchu absorbéru. Teplotonosnou látkou může být voda, nemrznoucí směs vody a propylenglykolu. Velmi málo lze vidět vzduchové kolektory pro předehřev čerstvého vzduchu sloužícího pro větrání nebo oběhového vzduchu pro teplovzdušné vytápění.



Obr. 3.4: Rozdělení solárních kolektorů

Zdroj: <http://energie.tzb-info.cz/docu/texty/0001/000154o1.gif>

4 VÝPOČET SEZÓNÍ POTŘEBY TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

4.1 Základní popis objektu

Rodinný dům se nachází v okresním městě Nový Jičín. Město leží v nadmořské výšce 285 m n.m. Jedná se o dvoupodlažní dům, který není podsklepen. Dům je obýván čtyřmi osobami. V blízkosti rodinného domu je hospodářská budova s krytým bazénem. Hospodářská budova je z části podsklepena z důvodu umístění bazénu. V obou případech se počítá s celoročním provozem.



Obr. 4.1: Lokalita objektu

4.2 Stanovení tepelných ztrát rodinného domu a hospodářské budovy

Výpočet byl proveden podle normy ČSN 06 0210 „Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění“ a podle normy ČSN 73 0540-3 „Tepelná ochrana budov“.

Pro lokalitu, ve které se objekt nachází, je stanovena výpočtová venkovní teplota dle normy ČSN 06 0210 $t_e = -15\text{ °C}$.

Tepelné ztráty rodinného domu jsou stanoveny hodnotou 16,2 kW a v případě hospodářské budovy se jedná o tepelnou ztrátu 15,3 kW.

Hodnoty tepelných ztrát byly převzaty z projekčních podkladů.

4.3 Potřeba tepla pro RD

4.3.1 Potřeba tepla pro teplou vodu

Denní potřeba tepla na ohřev TV

$$Q_{TV,D} = \frac{(1+z) \cdot \rho \cdot c_p \cdot V_{TV,DEN} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} \quad [\text{kWh}] \quad (4.1)$$

Kde:

z	Koeficient energetických ztrát systému pro přípravu TV. Pro novostavby se uvádí $z = \max 0,5$	[-]
ρ	hustota vody	$[\text{kg/m}^3]$
c_p	měrná tepelná kapacita vody	$[\text{kJ/kg.K}]$
$V_{TV,DEN}$	průměrná denní potřeba teplé vody	$[\text{m}^3/\text{den}]$
t_2	teplota teplé vody	$[\text{°C}]$
t_1	teplota studené vody	$[\text{°C}]$

Po dosazení:

$$Q_{TV,D} = \frac{(1+0,3) \cdot 998,1 \cdot 4,186 \cdot 0,328 \cdot (55-10)}{3600}$$

$$Q_{TV,D} = 22,268 \text{ kWh}$$

Průměrná denní potřeba TV

$$V_{TV,DEN} = n \cdot V_{TV,DEN,OS} \quad [\text{m}^3] \quad (4.2)$$

Kde:

n	počet osob v objektu	[-]
$V_{TV,DEN,OS}$	průměrná denní potřeba TV jedné osoby	$[\text{m}^3]$

Po dosazení:

$$V_{TV,DEN} = 4 \cdot 0,082$$

$$V_{TV,DEN} = 0,328 \text{ m}^3$$

Roční potřeba tepla na ohřev TV

Roční potřeba tepla pro přípravu teplé vody vychází z denní potřeby tepla pro ohřev teplé vody a počítá se s rozdíly teplot studené vody v létě a v zimě.

$$Q_{TV,R} = Q_{TV,D} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,D} \cdot \frac{(t_2 - t_{SVL})}{(t_2 - t_{SVZ})} \cdot (N - d) \quad [\text{kWh}] \quad (4.3)$$

Kde:

d	počet dní topného období	[-]
t _{SVL}	teplota studené vody v létě	[°C]
t _{SVZ}	teplota studené vody v zimě	[°C]
N	počet kalendářních dní	[-]

Po dosazení:

$$Q_{TV,R} = 22,268 \cdot 246 + 0,8 \cdot 22,268 \cdot \frac{(55-15)}{(55-5)} \cdot (365-246)$$

$$Q_{TV,R} = 7173,858 \text{ kWh}$$

4.3.2 Celková roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{VYT,R} = 24 \cdot Q_C \cdot f_l \cdot 3,6 \cdot \frac{d \cdot (t_{is} - t_{es})}{(t_{is} - t_e)} \quad [\text{MJ}] \quad (4.4)$$

Kde:

Q _c	tepelná ztráta objektu	[kW]
f _l	vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot	[-]
t _{is}	průměrná vnitřní teplota	[°C]
t _{es}	průměrná venkovní teplota	[°C]
t _e	výpočtová venkovní teplota	[°C]

Po dosazení:

$$Q_{VYT,R} = 24 \cdot 16,2 \cdot 0,75 \cdot 3,6 \cdot \frac{246 \cdot (18-4,6)}{(18-(-15))}$$

$$Q_{VYT,R} = 104861,481 \text{ MJ}$$

$$Q_{VYT,R} = 29,128 \text{ MWh}$$

4.3.3 Celková roční potřeba tepla pro vytápění + TV

Celková roční potřeba tepla je dána součtem potřeby tepla pro vytápění a pro přípravu teplé vody.

$$Q_R = Q_{VYT,R} + Q_{TV,R} \quad [\text{MWh}] \quad (4.5)$$

$$Q_R = 29,128 + 7,173$$

$$Q_R = 36,301 \text{ MWh}$$

4.4 Potřeba tepla pro HB

4.4.1 Potřeba tepla pro teplou vodu

Denní potřeba tepla na ohřev TV

$$Q_{TV,D} = \frac{(1+z) \cdot \rho \cdot c_p \cdot V_{TV,DEN} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} \quad [\text{kWh}] \quad (4.6)$$

Po dosazení:

$$Q_{TV,D} = \frac{(1+0,3) \cdot 998,1 \cdot 4,186 \cdot 0,16 \cdot (55-10)}{3600}$$

$$Q_{TV,D} = 10,862 \text{ kWh}$$

Průměrná denní potřeba TV

$$V_{TV,DEN} = n \cdot V_{TV,DEN,OS} \quad [\text{m}^3] \quad (4.7)$$

$$V_{TV,DEN} = 4 \cdot 0,040$$

$$V_{TV,DEN} = 0,16 \text{ m}^3$$

Roční potřeba tepla na ohřev TV

$$Q_{TV,R} = Q_{TV,D} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,D} \cdot \frac{(t_2 - t_{SVL})}{(t_2 - t_{SVZ})} \cdot (N - d) \quad [\text{kWh}] \quad (4.8)$$

Po dosazení:

$$Q_{TV,R} = 10,826 \cdot 246 + 0,8 \cdot 10,826 \cdot \frac{(55-15)}{(55-5)} \cdot (365 - 246)$$

$$Q_{TV,R} = 3487,704 \text{ kWh}$$

4.4.2 Celková roční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{VYT,R} = 24 \cdot Q_C \cdot f_1 \cdot 3,6 \cdot \frac{d \cdot (t_{is} - t_{es})}{(t_{is} - t_e)} \quad [\text{MJ}] \quad (4.9)$$

Po dosazení:

$$Q_{VYT,R} = 24 \cdot 15,3 \cdot 0,75 \cdot 3,6 \cdot \frac{246 \cdot (18 - 4,6)}{(18 - (-15))}$$

$$Q_{VYT,R} = 99035,842 \text{ MJ}$$

$$Q_{VYT,R} = 27,509 \text{ MWh}$$

4.4.3 Celková roční potřeba tepla pro vytápění + TV

$$Q_R = Q_{VYT,R} + Q_{TV,R} \text{ [MWh]} \quad (4.10)$$

$$Q_R = 27,509 + 3,487$$

$$Q_R = 30,996 \text{ MWh}$$

5 VOLBA TEPELNÉHO ČERPADLA [3, 5, 9, 12]

5.1 Návrh výkonu tepelného čerpadla

Součet tepelné ztráty objektu a tepelné energie potřebné pro přípravu teplé vody vyjadřuje tepelný výkon čerpadla. Důležité však je, aby tepelné čerpadlo dodalo námi žádanou energii v nízkém tarifu, který trvá 22 hodin denně.

Výkon tepelného čerpadla pro RD

$$Q_N = \frac{24 \cdot Q_c}{22} + \frac{Q_{TV,D}}{22} \quad [\text{kW}] \quad (5.1)$$

Po dosazení:

$$Q_N = \frac{24 \cdot 16,2}{22} + \frac{22,268}{22}$$

$$Q_N = 18,684 \text{ kW}$$

Výkon tepelného čerpadla pro HB

$$Q_N = \frac{24 \cdot Q_c}{22} + \frac{Q_{TV,D}}{22} \quad [\text{kW}] \quad (5.2)$$

Po dosazení:

$$Q_N = \frac{24 \cdot 15,3}{22} + \frac{10,862}{22}$$

$$Q_N = 17,184 \text{ kW}$$

5.2 Stanovení provozního způsobu vytápění

Tepelné čerpadlo bude pokrývat veškerou potřebu tepla pro vytápění i pro teplou vodu, tedy monoenergetický způsob provozu. V případě extrémních mrazů bude využit zabudovaný elektrokotel.

5.3 Návrh otopného systému

Otopný systém v rodinném domě je řešen pomocí podlahového vytápění s teplotním spádem 40/ 30 °C. V obou koupelnách je navíc instalováno koupelnové žebříkové těleso. Desková otopná tělesa jsou v garáži a v kuchyni.

Co se hospodářské budovy týká, tak se bude jednat rovněž o podlahové vytápění s kombinací podlahových konvektorů, teplovzdušné clony a deskových otopných těles s teplotním spádem 55/ 45 °C.

5.4 Určení nízkopotencionálního zdroje tepla

Nízkopotencionální teplo se bude čerpat ze země a to plošným kolektorem. U rodinného domu je možná plocha pro zemní kolektor 800 m², v případě hospodářské budovy je to 700 m². Typ zeminy je v místech velmi vlhký, což znamená, že měrný výkon z 1 m² může být až 25 W.

5.5 Volba typu tepelného čerpadla

Volím obě tepelná čerpadla od firmy IVT typ Greenline E17 s výkonem 16,7 kW. Topný faktor je uváděn u tohoto typu hodnotou 4,5. Součástí TČ je zabudovaný elektrokotel s kaskádním spínáním o výkonu 3- 6- 9 kW, trojcestný ventil pro ohřev TV, ekvitermní regulátor REGO 637, dále jsou zde elektronicky řízená oběhová čerpadla Wilo primárního i sekundárního okruhu, pružné hadice pro tlumení chvění tepelného čerpadla, tlumící kryt kompresoru, expanzní nádoba a pojistný ventil primárního okruhu, filtry pro primární i sekundární okruh, plnicí sestava. Cena tepelného čerpadla s příslušenstvím je 200 000,- Kč bez DPH. Tento typ čerpadla je možno využít i v letních měsících jako klimatizační jednotu, podmínkou však je dokoupení větrací jednotky s rekuperací tepla.



Obr. 5.1: Tepelné čerpadlo IVT Greenline E Plus

Zdroj: http://www.energotherm.cz/images/energotherm/greene_rez.jpg

Tab. 5.1: Technické parametry tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo IVT GREENLINE		E17
Výkon při 0°C/ 35°C	16,7	[kW]
Příkon	3,7	[kW]
Topný faktor při 0°C/ 35°C	4,5	
Výkon při 0°C/ 50°C	16,2	[kW]
Příkon	4,9	[kW]
Topný faktor při 0°C/ 50°C	3,3	
Vestavěný elektrický kotel 9kW	Kaskádně spínaný s výkony 3 - 6 - 9 kW	
Nominální průtok na studeném okruhu	0,9	[l/s]
Vestavěné čerpadlo - externí tlak	71	[kPa]
Nominální průtok na teplém okruhu	0,57	[l/s]
Vestavěné čerpadlo - externí tlak	51	[kPa]
Hmotnost	195	[kg]
Množství chladiva	2,3	[kg]
Chladicí medium	R 407 C	
Rozměry	600 x 600 x 1520	[mm]
Elektrické zapojení	400 V, N3 fáze	
Výměníky	Nerezové deskové	
Kompresor	Mitsubishi Scroll	
Max. vstupní teplota primárního okruhu	20	[°C]
Max. výstupní teplota topné vody	65	[°C]
Vestavěná regulace	Rego 637	

Scroll kompresor Mitsubishi

Všechna tepelná čerpadla řady IVT Greenline E Plus od roku 2004 využívají kompresor od firmy Mitsubishi Electric Corporation. Jeho výhodou je speciální konstrukce těsnícího mechanismu (označení Frame Compliance Mechanism). Těsnění napomáhá ke snížení ztrát netěsnosti a mechanickým třením. A není tedy náhodou, že tento japonský kompresor získal řadu významných ocenění.

5.6 Potřebná plocha pro plošný kolektor pro RD i HB

Chladicí výkon určíme ze vztahu:

$$Q_V = Q_K - Q_{KO} \quad [\text{kW}] \quad (5.3)$$

Po dosazení:

$$Q_V = 16,2 - 4,9$$

$$Q_V = 11,3 \text{ kW}$$

Plocha zemního kolektoru je dána vztahem:

$$S = \frac{Q_v}{q_z} \text{ [m}^2\text{]} \quad (5.4)$$

Kde:

$$q_z \quad \text{tepelný výkon získaný z 1 m}^2 \text{ zeminy} \quad [\text{W/m}^2]$$

Po dosazení:

$$S = \frac{11300}{20}$$

$$S = 565 \text{ m}^2$$

Potřebnou plochu pro plošný kolektor tepelného čerpadla volím 580 m².

5.7 Zemní plošný kolektor

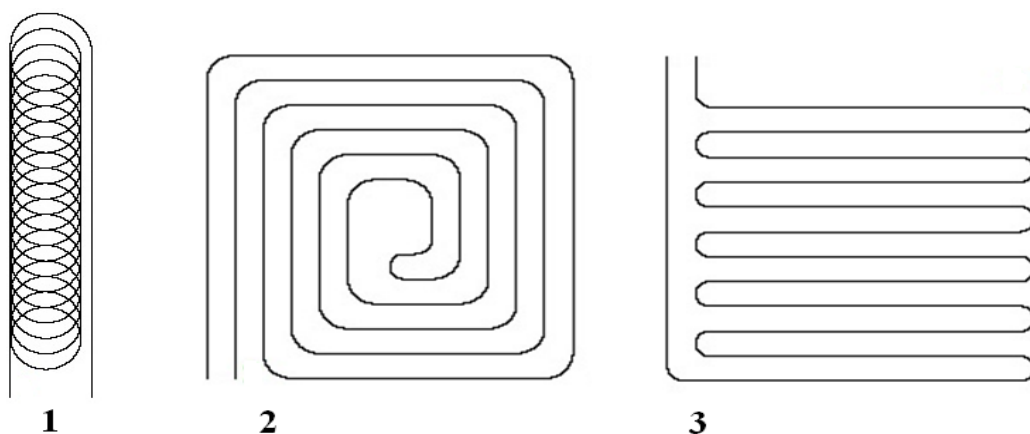
Plošný kolektor nám tvoří primární okruh pro tepelné čerpadlo. Polyethylenové potrubí je uloženo v nezámrazné hloubce, která v našich podmínkách činí 1,2 až 1,5 m. Rozteč smyček je minimálně 0,8 m. Klasické průměry potrubí jsou 25, 32 a 40 mm. Jakákoliv dodatečná oprava uloženého potrubí je nereálná, proto při pokládce hadic je třeba dbát zvýšené opatrnosti na možné poškození tenkých stěn potrubí. Poškození může být zapříčiněno výskytem kamenů, zbytků stavebních sutí, stěpů a jiných nežádoucích materiálů. Proto u některých potrubí je nutné ho pokládat do pískového lože, které zajistí, že hadice nebudou v kontaktu se zeminou. Řada výrobců dnes zaručuje pokládku zemního kolektoru bez obsypu pískem.

Pro realizaci výkopu stačí investorovi ohláška na stavebním úřadě, kdežto u geotermálního vrtu je třeba stavebního povolení. Před samotnou realizací je nutné zjistit složení hornin v místech pokládky kolektoru.

Uložení plošného kolektoru

Systém položení jednotlivých smyček je následující:

- 1) *smyčky jsou umístěny spirálovitě* - toto uložení se aplikuje v případech, kdy jsme omezení prostorem pokládky,
- 2) *uložení do meandru* - v tomto systému nám nejteplejší smyčky ohřívají ty nejstudenější,
- 3) *klasický systém uložení* - rovnoměrné čerpání energie z plochy.



Obr. 5.2: Možnosti uložení kolektorových hadic

Zdroj: http://www.gerotop.cz/dalen/usr/a/zemni-plosny-kolektor/zemni-polosny-kolektor_2.jpg

Způsob pokládky

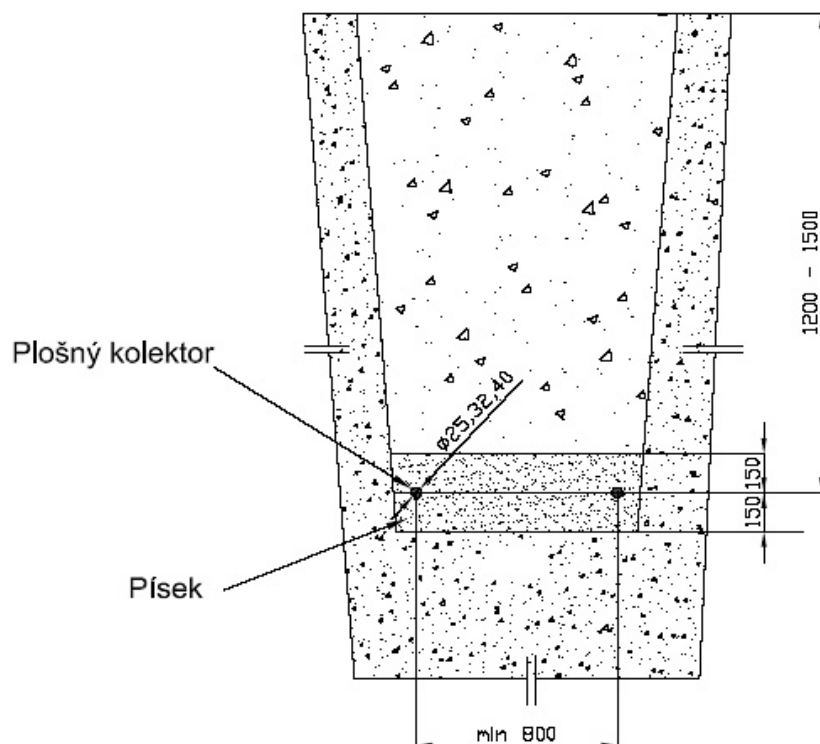
- **Do klasického výkopu**

Klasický bagr s šířkou lžíce 0,8 m provede výkop v odpovídající hloubce. Zemní kolektor pokládáme do smyček po obou stranách výkopu. U tohoto způsobu výkopových prací se hromadí obrovské množství zeminy, proto je vhodné při výkopu dalších smyček průběžně zasypávat hotové části.



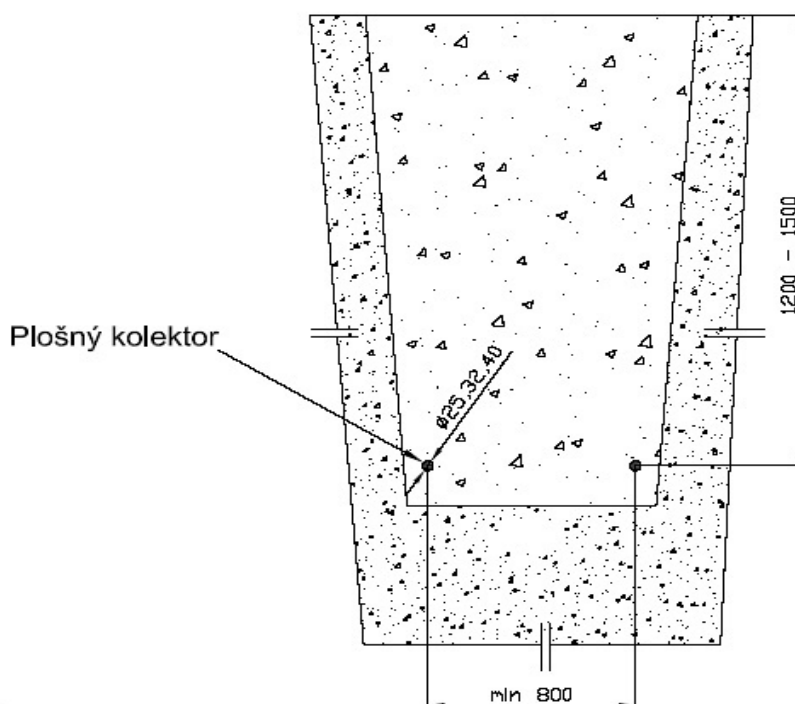
Obr. 5.3: Výkop klasickým bagrem

Zdroj: <http://www.gerotop.cz/dalen/usr/a/zemni-plosny-kolektor/hlobeni-vykopu-pro-potrubu.jpg>



Obr. 5.4: Řez výkopem pro uložení standardního potrubí v pískovém loži

Zdroj: http://www.gerotop.cz/dalen/usr/a/zemni-plosny-kolektor/rez-vykopem_piskove-loze.jpg



Obr. 5.5: Řez výkopem pro uložení potrubí FAST PE- GT- RC bez pískového lože

Zdroj: http://www.gerotop.cz/dalen/usr/a/zemni-plosny-kolektor/rez-vykopem_bez-piskove-loze.jpg



Obr. 5.6: Hadice zemní plošného kolektoru FAST PE- GT- RC

Zdroj: http://demo.dalen.cz/ir/images/d5_UK-dalenek/6-image-File-zelena_trubka_bez_palety--800x600.jpg

- **Do drážek vyrobených zemním rýhovačem**

Drážka široká 10 - 15 cm umožní uložení hadic do konečné hloubky. Mezi výhodou tohoto způsobu výkopu můžeme zařadit rychlost realizace drážky. Dále fakt, že půda sesedá jen v místě, kde byla drážka.



Obr. 5.7: Výkopové práce rýhovačem pro plošný kolektor

6 ZAPOJENÍ TEPELNÉHO ČERPADLA DO ROZVODŮ [8, 9, 10, 13, 17]

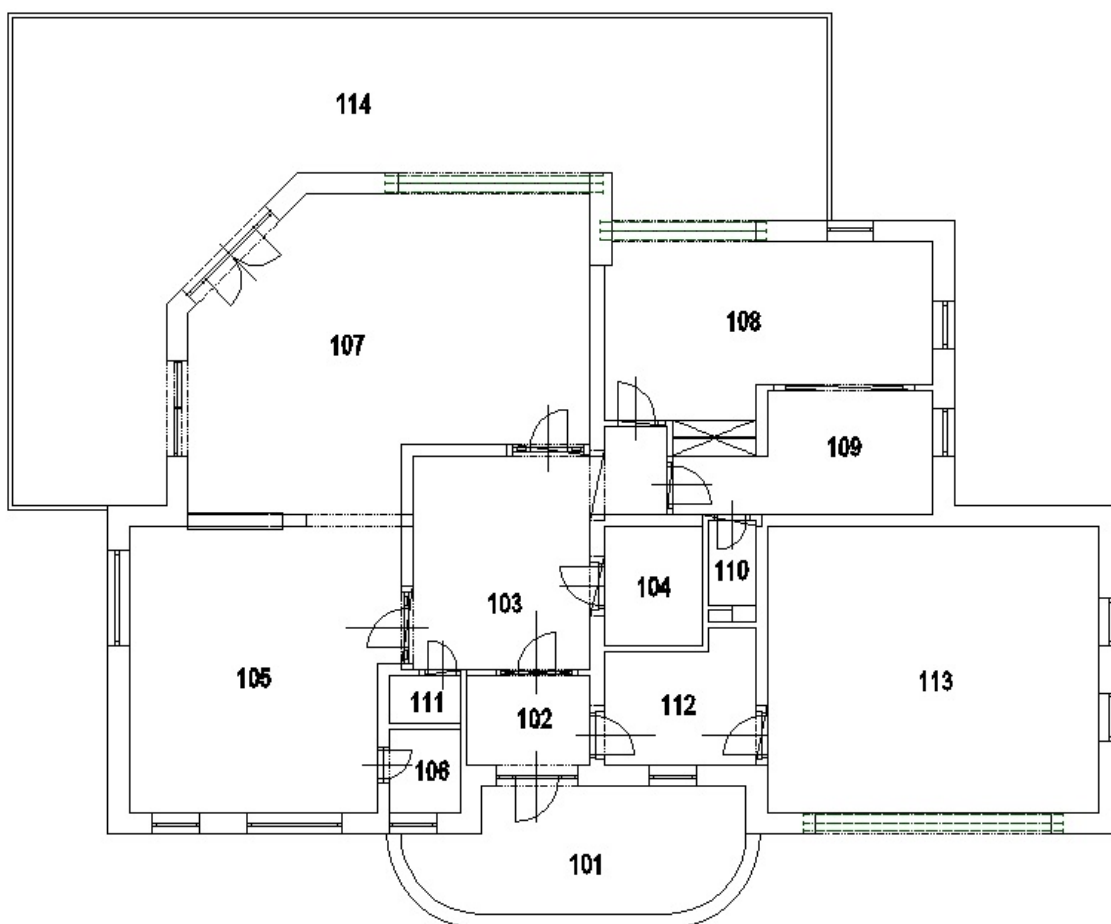
Kompletní schéma zapojení tepelného čerpadla do rozvodů je součástí výkresové dokumentace.

6.1 Umístění systému vytápění a přípravy TV v rámci objektu

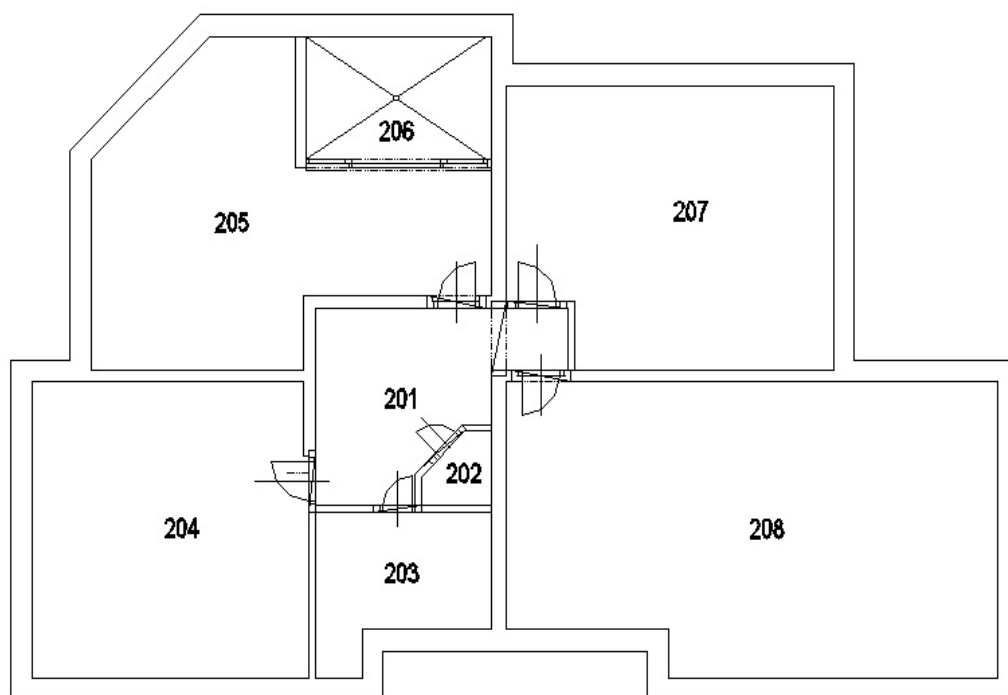
Celý systém vytápění s přípravou TV bude umístěn v prvním podlaží v technické místnosti rodinného domu. V hospodářské budově bude technologie bazénu a systém vytápění s přípravou TV umístěna v hospodářské místnosti.

Tab. 6.1: Tabulka jednotlivých místností rodinného domu

1. PODLAŽÍ RD			
OZNAČ.MÍSTNOSTI	MÍSTNOST	PLOCHA [m ²]	TEPLOTA [°C]
101	Závětrí - vstup	19,70	-
102	Zádveří	4,95	20
103	Hala + schodiště	19,75	20
104	Šatna	5,20	20
105	Kuchyně + jídelna	34,00	20
106	Komora	2,65	10
107	Obývací pokoj	48,25	20
108	Ložnice	23,20	20
109	Koupelna	11,70	24
110	WC	1,80	20
111	WC	1,50	20
112	Technická místnost	8,10	20
113	Garáž pro 2 stání	42,00	10
114	Terasa	89,20	-
2. PODLAŽÍ RD			
201	Chodba	9,90	20
202	WC	1,85	20
203	Koupelna	9,00	24
204	Pokoj	25,80	20
205	Pokoj	30,50	20
206	Lodžie	9,55	-
207	Pokoj	27,25	20
208	Půda	51,50	-



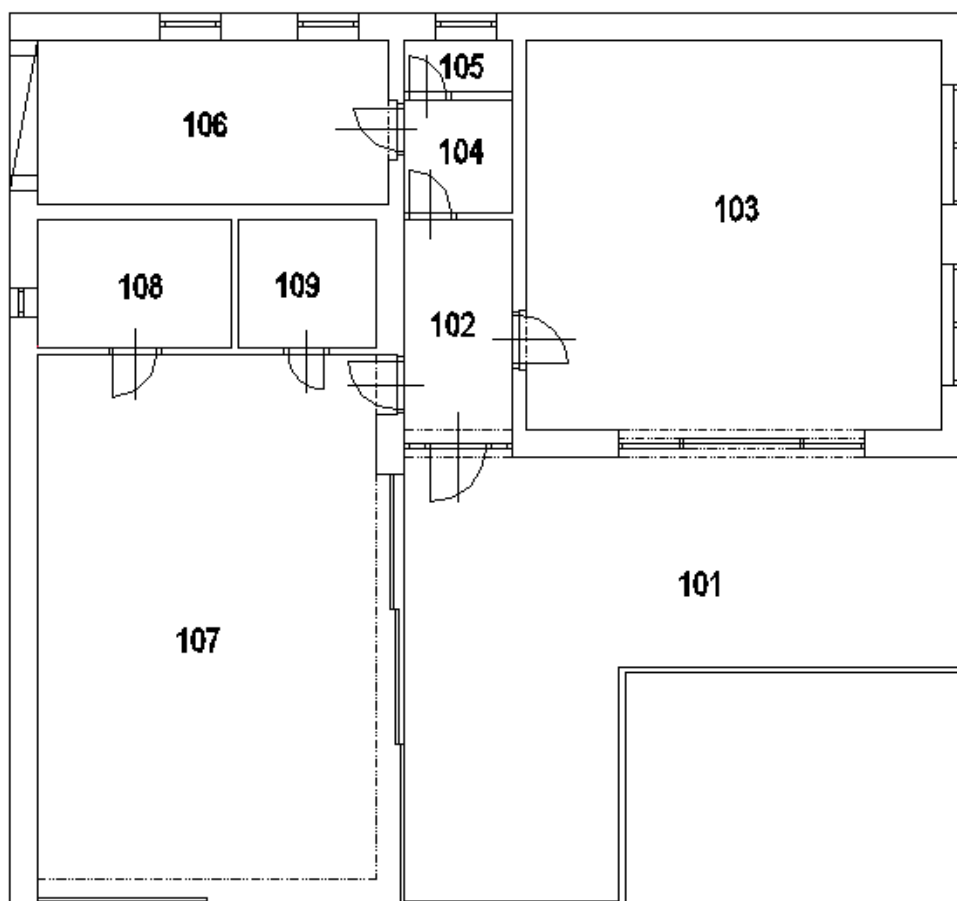
Obr. 6.1: Půdorys přízemí RD



Obr. 6.2: Půdorys podkroví RD

Tab. 6.2: Tabulka místností hospodářské budovy

HOSPODÁŘSKÁ BUDOVA			
OZNAČ.MÍSTNOSTI	MÍSTNOST	PLOCHA [m ²]	TEPLOTA [°C]
101	Vstup - terasa	47,20	-
102	Chodba	6,15	20
103	Společenská místnost	43,90	20
104	Chodba	3,15	20
105	WC	1,55	20
106	Hospodářská místnost	15,80	20
107	Místnost s vnitřním bazénem	48,60	30
108	Ochlazovací místnost + sprcha	6,75	30
109	Finská sauna	4,80	15



Obr. 6.3: Půdorys HB

6.2 Volba příslušenství navrhovaného systému

Akumulační zásobník

Akumulační nádrž slouží k ochraně tepelného čerpadla před častými starty. Pro čerpadlo je určitě lepší, když běží déle v jednom kuse, než aby častěji spínalo. Na často kladenou otázku „Jak dlouho vydrží ohřátá voda v nádrži“ se těžko hledá odpověď. Vodu lze většinou využívat do té doby, pokud je teplá. Ale právě tato doba je u každého uživatele odlišná a závisí především na tepelné ztrátě domu, na aktuálním počasí a v neposlední řadě na kvalitě izolace akumulací nádrže. Akumulační zásobník můžeme nazvat zásobníkem pro vytápěcí systém. Je zařazen mezi tepelné čerpadlo a vytápění.

Akumulační nádobu volím od stejného výrobce jako zvolené čerpadlo. Objem tohoto zásobníku je 500 litrů a dodává se včetně izolace.

Zásobník TV

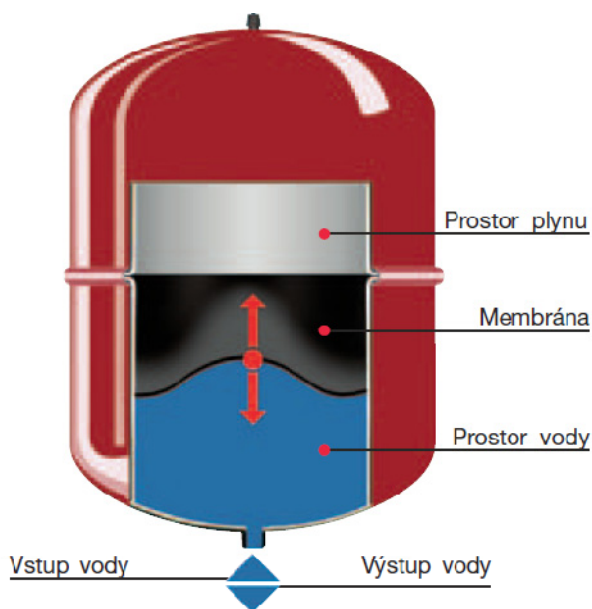
Abychom dosáhli co nejvyšší teploty teplé vody v zásobníku, musíme vhodně zvolit zásobník, který bude mít dostatečný objem a plochu výměníku. Při tomto návrhu se přihlíží k výkonu tepelného čerpadla. Proto na doporučení výrobce navrhuji k čerpadlům dvouplášťový nerezový zásobník, který má velkou přestupní plochu výměníku. Bojler IVT D 200/ 90 s celkovým objemem 290 l, z toho 90 litrů topné vody v meziplášti a 200 litrů teplé vody. Navíc svým vnějším designem a rozměry je totožný s navrženým tepelným čerpadlem.

Tab. 6.3: Technické parametry zásobníku

Bojler IVT D 200/90	
Celková kapacita	290 [l]
Topná voda v meziplášti	90 [l]
Kapacita teplé vody	200 [l]
Rozměry	600 x 600 x 1520 [mm]
Hmotnost bez vody	100 [kg]
Maximální povolený tlak	Topná strana 1,5 Teplá voda 10 [bar]
Materiál bojleru	Nerezová ocel

Expanzní nádoba ústředního topení

Expanzní nádoby výrobce Reflex se dělají v několika typových provedeních. Pro rodinný dům i hospodářskou budovu volím expanzní nádobu Reflex N 100/ 6 s pevnou membránou, objemem 100 litrů a maximálním provozním tlakem 6 barů.

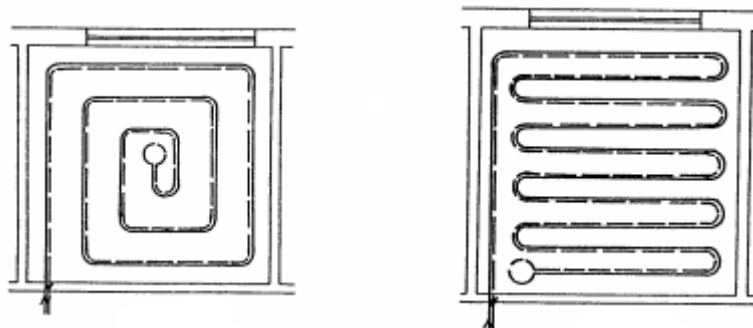


Obr. 6.4: Řez expanzní nádobou Reflex

Zdroj: http://www.reflexcz.cz/?download=tk/a_reflex.pdf

Podlahové potrubí

Pro rozvod podlahového vytápění je navrženo vícevrstvé potrubí ALPEX THERM XS, které se spojuje svěrným šroubením nebo přes fitinky. Potrubí je ze síťovaného polyetylénu s vrstvou hliníku o tloušťce 0,2 mm. Pokládka hadi se provádí bifilárně (šnekovitě).



Obr. 6.5: Bifilární způsob pokládky podlahového topení

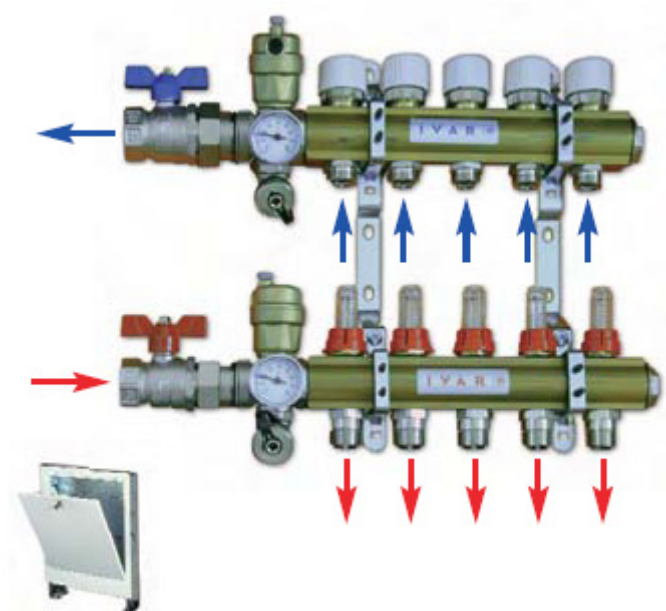
Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0034/003442o7.gif>

Sběrač a rozvaděč topného okruhu

Pro tento systém podlahového vytápění volím rozdělovač IVAR CS 553 VP.

Součástí těchto sestav rozdělovačů/ sběračů jsou:

- uzavírací ventily a regulační šroubení s integrovanými průtokoměry,
- kulové uzávěry,
- automatické odvzdušňovací ventily,
- otočné vypouštěcí ventily,
- teploměry,
- konzoly pro upevnění,
- za příplatek skříň o příslušné velikosti.

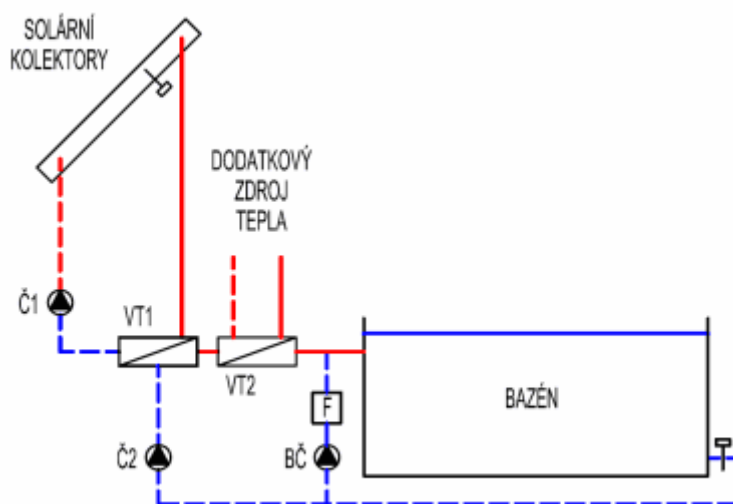


Obr. 6.6: Sestava rozdělovače/ sběrače podlahového vytápění

Zdroj: Technický list IVAR CS

7 VNITŘNÍ BAZÉN, OHŘEV BAZÉNOVÉ VODY SOLÁRNÍMI KOLEKTORY, ZAPOJENÍ [2, 8, 12]

Pokrýt potřebu tepla pro bazénovou vodu pomocí sluneční energie je kupodivu levné a mnohdy i jednoduché. Vnitřní bazény mají mít teplotu vody $t_w = 25 - 28\text{ °C}$ a celoroční sklon solárních kolektorů pod úhlem $30 - 50^\circ$. Ve většině případů se aplikují pro vnitřní bazény zasklené solární kolektory se selektivním povrchem. U těchto kolektorů se využívá jako teplonosná kapalina nemrznoucí směs a solární okruh je tedy oddělen výměníkem tepla od bazénové vody. Zapojení ohřevu bazénové vody je řešeno buď do okruhu, kde je bazénové čerpadlo s filtrací nebo paralelně, kdy dodávka tepla může být i mimo časové úseky provozu filtrace.



Obr. 7.1: Schéma solární soustavy pro ohřev bazénové vody (paralelní zapojení)

Zdroj: <http://energie.tzb-info.cz/docu/texty/0001/000139o2.gif>

Doporučená vlhkost v prostoru, kde je bazén instalován bývá, $60 - 70\%$. V případě vyšších hodnot je riziko vzniku nežádoucích plísní a hub. Naopak při nižších vlhkostech dochází k velkému vypařování vody z hladiny bazénu.

Ideální teplota vzduchu při koupání je o 1 až 2 °C vyšší než teplota vody a mimo tuto dobu se počítá s teplotou vzduchu o 4 °C nižší, než je bazénová teplota.

U této práce počítám s teplotou bazénové vody 28 °C v době využití a 24 °C v době mimo provoz a relativní vlhkostí 65% .

7.1 Zakrývání vodní hladiny

Zakrývání vodní hladiny během doby, kdy není bazén využíván, přináší podstatný vliv na velikost tepelných ztrát. Jedná se o ztráty přestupem tepla z vodní hladiny. Navíc zakrýváním hladiny u vnitřních bazénů eliminujeme vznik vlhkosti v prostoru a tím pádem i možnost narušení stavebních konstrukcí a snížení potřeb pro odvlhčení.

Zakrytí vodní hladiny v tomto případě volím pomocí roletové lamelové plachty Safepool, která přináší několik výhod. Především se jedná o dokonalé a efektivní zakrytí bazénu, snadný způsob instalace, plně automatické ovládání plachty pomocí dálkového ovladače a v neposlední řadě plní bezpečnostní funkci.



Obr. 7.2: Zakrývání vodní hladiny lamelovou plachtou

Zdroj: <http://www.safepool.cz/fotky/Lamelove%20zakryti%20SAFEPOOL%203.jpg>

7.2 Tepelná ztráta a potřeba tepla bazénu

U vnitřních krytých bazénů se počítá s celoročním provozem. Není vhodné zvyšovat teplotu bazénové vody nad doporučenou hodnotu, neboť se nám zvyšuje spotřeba tepla a voda přestává být osvěžující.

Potřeba tepla pro ohřev bazénové vody je dána:

- tepelnými ztrátami, které vznikají přestupem z vodní hladiny, především se jedná o ztráty sáláním, prouděním, vypařováním,
- vznikající tepelnou ztrátou prostupem tepla stěnami bazénu (zanedbává se),

- potřebou pro ohřívání přiváděné čisté (nové) vody, která je potřebná pro periodické praní filtru a vystříkáním a vynesení vody z bazénu uživatelem.

Potřeba tepla u vnitřního bazénu závisí na dodávce tepla, která má za úkol udržovat požadovanou teplotu bazénové vody během jeho provozu i mimo něj a z potřeby přiváděné nové vody.

7.3 Výpočet tepelné ztráty přestupem z vodní hladiny

$$Q_Z = (\alpha_s + \alpha_k + \alpha_v) \cdot S \cdot (t_w - t_v) \quad [\text{W}] \quad (7.1)$$

Kde:

α_s	součinitel přestupu tepla sáláním	$[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
	5 $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	
α_k	součinitel přestupu tepla konvekcí	$[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
	8 $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$	
α_v	součinitel přestupu tepla vypařováním z hladiny bazénu	$[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
S	plocha hladiny bazénu	$[\text{m}^2]$
t_w	teplota bazénové vody	$[\text{°C}]$
t_v	teplota okolního vzduchu (vnitřní)	$[\text{°C}]$

Po dosazení:

$$Q_Z = [5 + 8 + (-63,68)] \cdot 23,625 \cdot (28 - 30)$$

$$Q_Z = 2394,63 \text{ W}$$

Výpočet součinitele přestupu tepla vypařováním z hladiny bazénu

$$\alpha_v = \frac{\alpha_k}{c_v} \cdot \frac{x_w'' - x_v}{t_w - t_v} \cdot r \quad [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}] \quad (7.2)$$

Kde:

x_w''	měrná vlhkost nasyceného vzduchu při teplotě t_w	$[\text{kg}/\text{kg sv}]$
x_v	měrná vlhkost okolního vzduchu při teplotě t_v	
	a relativní vlhkosti φ_v	$[\text{kg}/\text{kg sv}]$
r	výparné teplo vody	$[\text{J}/\text{kg}]$
	$r = 2,4 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$	

c_v	měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kg.K]
	$c_v = 1010 \text{ J/kg.K}$	

Po dosazení:

$$\alpha_v = \frac{8}{1010} \cdot \frac{0,02411 - 0,01741}{28 - 30} \cdot 2,4 \cdot 10^6$$

$$\alpha_v = -63,68 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Stanovení měrné vlhkosti nasyceného vzduchu při teplotě t_w

$$x_w'' = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot p_w''}{p_c - \varphi \cdot p_w''} \quad [\text{kg/kg sv}] \quad (7.3)$$

Kde:

φ	relativní vlhkost	[%]
p_w''	parciální tlak syté páry	[Pa]
p_c	celkový tlak okolního vzduchu	[Pa]

Po dosazení:

$$x_w'' = 0,622 \cdot \frac{1 \cdot 3781,26}{101325 - 1 \cdot 3781,26}$$

$$x_w'' = 0,02411 \text{ kg/kg sv}$$

Určení parciálního tlaku syté páry pro teplotu t_w

$$\ln p_w'' = 23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + t_w} \quad [\text{Pa}] \quad (7.4)$$

Kde:

t_w	teplota bazénové vody	[°C]
-------	-----------------------	------

Po dosazení:

$$\ln p_w'' = 23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + 28}$$

$$p_w'' = e^{(23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + 28})}$$

$$p_w'' = 3781,26 \text{ Pa}$$

Stanovení měrné vlhkosti okolního vzduchu při teplotě t_v a relativní vlhkosti φ_v

$$x_v = 0,622 \cdot \frac{\varphi_v \cdot p_v}{p_c - \varphi_v \cdot p_v} \quad [\text{kg/kg sv}] \quad (7.5)$$

Kde:

$$\varphi_v \quad \text{relativní vlhkost (} \varphi_v \text{ volím 65\%)} \quad [\%]$$

Po dosazení:

$$x_v = 0,622 \cdot \frac{0,65 \cdot 4244,34}{101325 - 0,65 \cdot 4244,34}$$

$$x_v = 0,01741 \text{ kg/kg sv}$$

Určení parciální tlaku syté páry pro teplotu t_v

$$\ln p_v = 23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + t_v} \quad [\text{Pa}] \quad (7.6)$$

Kde:

$$t_v \quad \text{teplota okolního vzduchu (vnitřní)} \quad [^\circ\text{C}]$$

Po dosazení:

$$\ln p_v = 23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + 30}$$

$$p_v = e^{(23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + 30})}$$

$$p_v = 4244,34 \text{ Pa}$$

Bilance potřeby tepla během dne

$$Q_{p,d} = (\alpha_s + \alpha_k + \alpha_v) \cdot S \cdot (t_w - t_v) \cdot \tau_d \quad [\text{Wh}] \quad (7.7)$$

Kde:

$$\tau_d \quad \text{časový úsek, kdy je bazén využíván} \quad [\text{h}]$$

Po dosazení:

$$Q_{p,d} = [5 + 8 + (-63,68)] \cdot 23,625 \cdot (28 - 30) \cdot 4$$

$$Q_{p,d} = 9578,52 \text{ Wh}$$

Bilance potřeby tepla během noci

$$Q_{p,n} = (\alpha_s + \alpha_k) \cdot S \cdot (t_{w,n} - t_{v,n}) \cdot \tau_n \quad [\text{Wh}] \quad (7.8)$$

Kde:

$$\tau_n \quad \text{časový úsek, kdy je bazén zakrytý} \quad [\text{h}]$$

$$t_{w,n} \quad \text{teplota bazénové vody} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_{v,n} \quad \text{teplota okolního vzduchu (vnitřní)} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

α_v odpadá z důvodu nočního zakrývání hladiny

Po dosazení:

$$Q_{p,n} = (5 + 8) \cdot 23,625 \cdot (24 - 20) \cdot 20$$

$$Q_{p,n} = 2457 \text{ Wh}$$

Denní potřeba tepla pro ohřev bazénové vody

- potřeba tepla pro ohřev bazénové vody se vyhodnocuje pro celý den v referenčním období pro krytí bazénové ztráty solárními zisky

$$Q_{pc} = (1 + p/100) \cdot (Q_{p,d} + Q_{p,n}) \quad [\text{Wh/den}] \quad (7.9)$$

Kde:

$$p \quad \text{přirážka na tepelné ztráty soustavy} \quad [\%]$$

$$p = 5 \%$$

Po dosazení:

$$Q_{pc} = (1 + 5/100) \cdot (9578,5 + 24570)$$

$$Q_{pc} = 35856 \text{ Wh/den}$$

$$Q_{pc} = 35,85 \text{ kWh/den}$$

Měsíční potřeba tepla pro ohřev bazénové vody

$$Q_{pc} = 35,85 \cdot 30 = 1075,5 \text{ kWh/měs}$$

7.4 Ohřev doplňované vody

Výpočet měsíční potřeby tepla na ohřev doplňované (studené) vody

$$Q_{SV} = k \cdot \frac{V_{SV,os} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_w - t_{SV})}{3,6 \cdot 10^6} \quad [\text{kWh/měs}] \quad (7.10)$$

Kde:

k	celkový počet návštěvníků v daném měsíci	[-]
$V_{SV,os}$	měrná potřeba přiváděné čisté vody na návštěvníka bazénu, doporučená hodnota je 30 l/osobu	[m ³ /os]
ρ	hustota vody	[kg/m ³]
c	měrná tepelná kapacita vody	[J/kg.K]
t_{SV}	teplota studené vody	[°C]
t_w	teplota bazénové vody	[°C]

Po dosazení:

$$Q_{SV} = 120 \cdot \frac{0,03 \cdot 998,1 \cdot 4186 \cdot (28 - 15)}{3,6 \cdot 10^6}$$

$$Q_{SV} = 54,3 \text{ kWh/měs}$$

7.5 Celková potřeba tepla na ohřev bazénu

$$Q_C = Q_{pc} + Q_{SV} \text{ [kWh/měs]} \quad (7.11)$$

$$Q_C = 1075,5 + 54,3$$

$$Q_C = 1129,8 \text{ kWh/měs}$$

8 VOLBA SOLÁRNÍHO KOLEKTORU [11]

Pro ohřev bazénové vody jsem navrhl solární kolektory Kromčíržské firmy Ekosolaris typ Ekostart Therma II.

Tento plochý kapalinový kolektor může být využíván pro přípravu teplé užitkové vody, ohřev vnitřního či venkovního bazénu nebo možné přitápění.

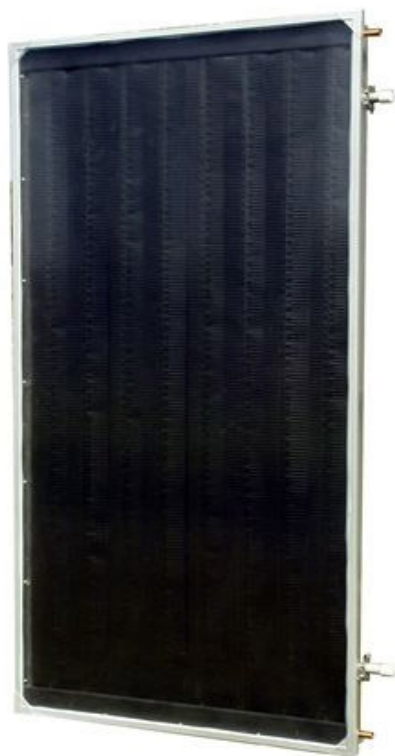
U těchto typů kolektorů je absorber složen z měděných lamel, které mají speciální selektivní vrstvu (nazývána Crystal ClearTM), dále z měděných trubiček s průměrem 10 mm a tloušťkou stěny 0,8 mm a ze sběrného potrubí o průměru 18 mm a tloušťkou stěny 1 mm. Jímací plocha je instalována do vany, která je ze slitiny hliníku. Izolačním materiálem Izover se plní prostor mezi zadní stěnou vany a absorberem. Z přední strany se o zakrytí stará solární sklo o tloušťce 4 nebo 3,2 mm. Uváděná účinnost kolektoru výrobcem je 86 % (při $I_c = 800 \text{ W/m}^2$).

Tab. 8.1: Parametry solárního kolektoru

Solární kolektor Ekostart Therma II		
Rozměry		
Celková délka	2,096	[m]
Celková šířka	1,11	[m]
Plocha absorberu	2,032	[m ²]
Hmotnost prázdného kolektoru	42	[kg]
Technická data		
Minimální průtok	30	[l/h]
Jmenovitý průtok	90	[l/h]
Maximální průtok	120	[l/h]
Vodní obsah	1,6	[l]
Maximální provozní tlak	6	[bar]
Teplota stagnace	188	[°C]

Kolektory prošly testy SPF (Solartechnik Prüfung Forschung) dle zkoušky výkonnosti EN 12975:2006 a testem kvality EN 12975:2006. Švýcarský institut pro solární energii stanovil účinnost hodnotou 76,8 %.

Výrobce uvádí minimálně 30- ti letou životnost.



Obr. Solární kolektor Ekostart Therma II

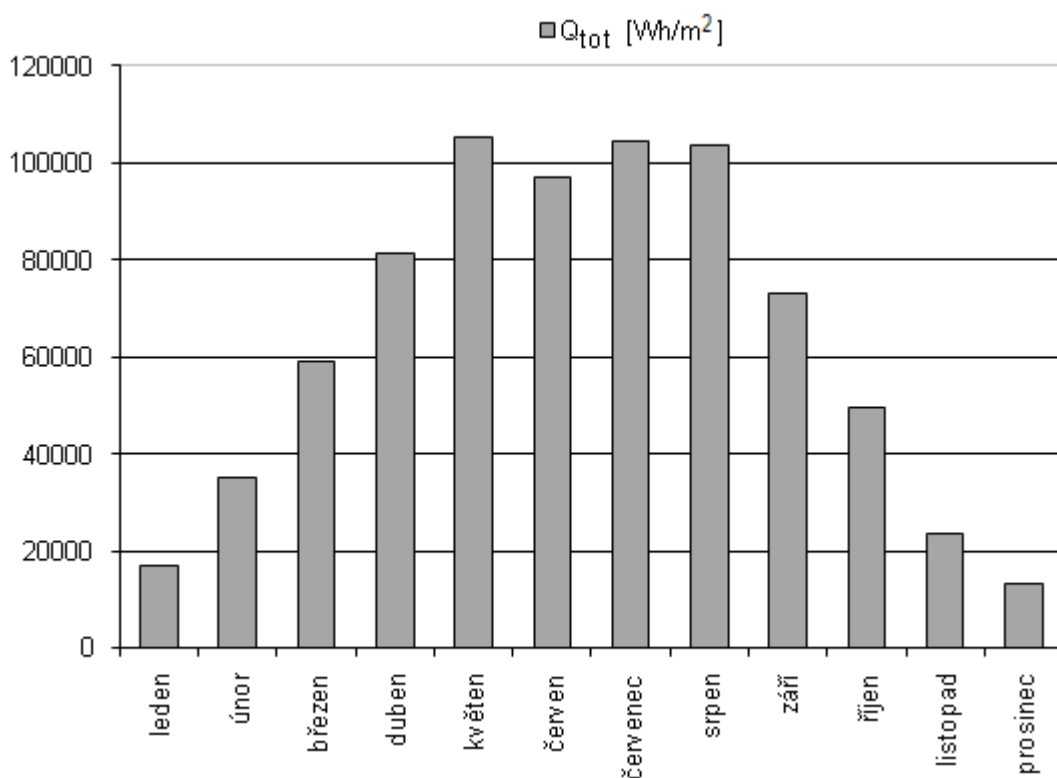
Zdroj: http://www.ekosolaris.cz/we_soubory.php/therma2_v.jpg?id=33

9 KAPACITNÍ A BILANČNÍ VÝPOČTY S VYUŽITÍM DATABÁZE METEONORM

Program Meteonorm zpřesňuje výpočet pro potřebu tepla a navržení solárních panelů. Jedná se o klimatologickou databázi sluneční energie, která počítá s již naměřenými hodnotami pro danou oblast.

Výpočet jsem provedl s klimatologickými hodnotami Ostravy, neboť Nový Jičín se nachází v nedaleké blízkosti Ostravy a hodnoty jsou pro Nový Jičín akceptovatelné.

Jelikož investor nechce v letních měsících řešit problém s přebytky tepla ze solárních panelů, je navrženo celkem 5 kolektorů od firmy Ekosolaris s celkovou plochou 10,16 m². O zbylou potřebnou energii pro ohřívání bazénové vody se stará tepelné čerpadlo, které plní, co se bazénu týká, funkci dodatkového zdroje.



Obr. 9.1: Dopad sluneční energie na povrch Země pro oblast Ostrava

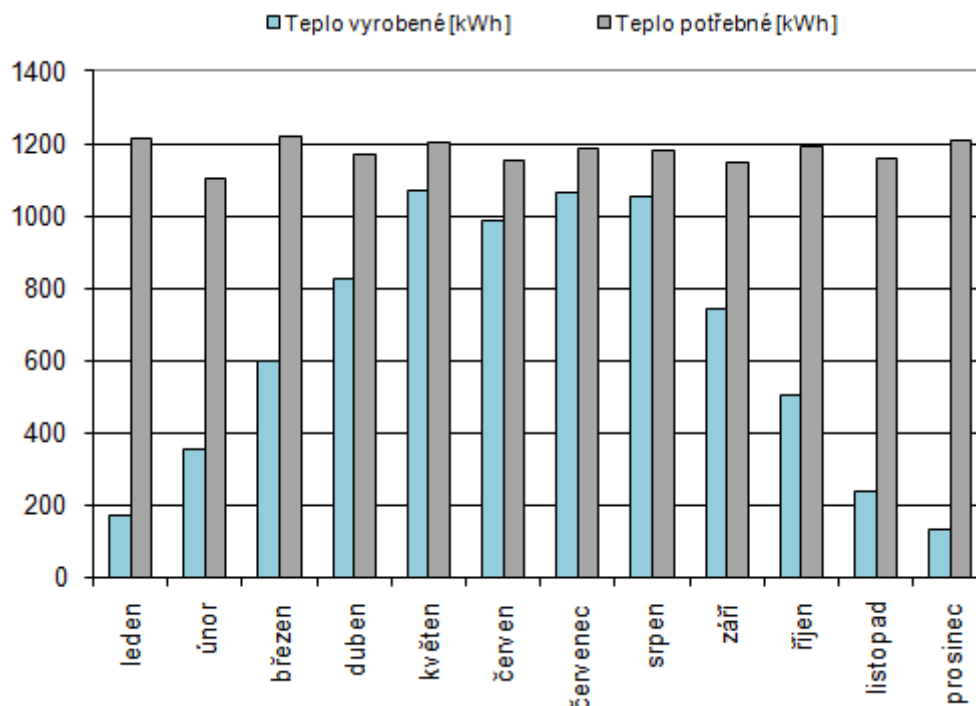
Z výpočtové databáze Meteonorm vyplývá, že celková roční spotřeba tepla pro ohřev bazénové vody je 14132,7 kWh, z toho 942,7 kWh je pro ohřev nově přiváděné vody a zbylých 13085 kWh je pro pokrytí tepelné ztráty bazénu. Využitelnost slunečního záření solárními kolektory k pokrytí spotřeby tepla je z 55 %. Dodatkovým zdrojem je třeba dodat nejvíce tepla v prosinci a naopak nejméně v červenci. Například při zvolení 6 kusů panelů by využitelnost byla z 64 %, ale od měsíce května do měsíce srpna bychom měli přebytky tepla, což je pro investora nežádoucí.

Kompletní výpočty, které se týkají databáze Meteonorm jsou součástí přílohy.

Tab. 9.1: Shrnující tabulka vyrobeného a potřebného tepla během roku

	leden	únor	březen	duben	květen	červen
Teplo vyrobené [kWh]	170,72	356,50	600,70	824,80	1071,03	988,01
Teplo potřebné [kWh]	1216,23	1101,01	1216,93	1171,43	1201,28	1153,38
Přebytek/ nedostatek [kWh]	-1045,51	-744,51	-616,23	-346,63	-130,25	-165,36

	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Teplo vyrobené [kWh]	1062,19	1053,93	744,46	504,25	240,89	135,77
Teplo potřebné [kWh]	1184,66	1181,70	1145,64	1190,41	1160,96	1209,07
Přebytek/ nedostatek [kWh]	-122,47	-127,77	-401,18	-686,17	-920,07	-1073,30



Obr. 9.2: Poměr vyrobeného a potřebného tepla během roku

10 STANOVENÍ ENVIRONMENTÁLNÍHO PŘÍNOSU PROJEKTU A EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ [9, 10, 11, 13, 14, 16]

10.1 Investiční náklady

Do investičních nákladů jsou započítány položky, jež jsou nutné pro realizaci tepelného čerpadla a u hospodářské budovy i solárních kolektorů. Jelikož se jedná o novostavbu, tak zde nejsou započítány ty investice, které bychom také museli uvažovat v případě zajištění potřeb tepla plynovým kotlem.

Ceny jsou určeny dle aktuálních ceníků výrobců a jsou včetně DPH.

Tab. 10.1: Celková investice pro zařízení TČ u RD

Investice systému vytápění RD	Množství ks	Cena celkem v Kč s DPH
Tepelné čerpadlo IVT GREENLINE E17 včetně:	1	220000
- oběhová čerpadla prim. i sek. okruhu		
- elektrický kotel		
- expanzní nádoba primárního okruhu		
- pojistný ventil primárního okruhu		
- 2x filtreball		
- regulátor Rego 637		
- venkovní čidlo regulátoru		
- plnicí sestava		
- pružné hadice pro tlumení chvění		
Realizace výkopu plošného kolektoru včetně trubky	1	116000
Akumulační nádoba IVT 504	1	61600
Bojler IVT D 200/90	1	30800
Uvedení TČ do provozu	1	7700
Ostatní příslušenství a drobný materiál		35000
Náklady celkem		471100

Investiční náklady na pořízení TČ u tohoto rodinného domu činí 471100,- Kč. Z důvodu pozastavení státních dotací „Zelená úsporám“ je tato částka konečná.

Tab. 10.2: Celková investice pro zařízení TČ u HB

Investice systému vytápění HB	Množství ks	Cena celkem v Kč s DPH
Tepelné čerpadlo IVT GREENLINE E17 včetně:	1	220000
- oběhová čerpadla prim. i sek. okruhu		
- elektrický kotel		
- expanzní nádoba primárního okruhu		
- pojistný ventil primárního okruhu		
- 2x filtreball		
- regulátor Rego 637		
- venkovní čidlo regulátoru		
- plnicí sestava		
- pružné hadice pro tlumení chvění		
Realizace výkopu plošného kolektoru včetně trubky	1	116000
Akumulační nádoba IVT 504	1	61600
Bojler IVT D 200/90	1	30800
Uvedení TČ do provozu	1	7700
Solární kolektory Ekostart Therma II	5	60445
Solární čerpací jednotka	1	5050
Ostatní příslušenství a drobný materiál		35000
Náklady celkem		536595

Investiční náklady na pořízení TČ a solárních kolektorů u hospodářské budovy činí 536595,- Kč.

10.2 Výpočet provozních nákladů na vytápění dle druhu paliva

V následujících třech tabulkách je porovnání provozních nákladů na pokrytí potřeb tepla pro vytápění, teplou vodu a v případě hospodářské budovy i potřeby pro bazénovou vodu. Jako alternativu k tepelnému čerpadlu jsem zvolil běžný kotel na zemní plyn.

V tabulce 10.5 je odečtena uspořená energie solárními kolektory.

Výpočet provozních nákladů byl proveden dle výpočtového programu na serveru <http://www.tzb-info.cz/>.

Rodinný dům s potřebou tepla 36,301 MWh ročně

Tab. 10.3: Porovnání provozních nákladů pro potřebu tepla u RD

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (účinnost)	Cena tepla Kč/kWh	Spotřeba paliva za rok	Náklady na vytápění Kč/ rok
Zemní plyn (37,82 MJ/m³)	1,16747/kWh, + 399,01/měs.	Běžný kotel (89%)	1,59	45290 kWh 4313 m ³	57685,-
Tepelné čerpadlo D56d	2,40761/kWh + 336/měs.	Průměrný roční topný faktor 3	0,91	12102 kWh	33169,-

Hospodářská budova s potřebou tepla 45,128 MWh ročně

Tab. 10.4: Porovnání provozních nákladů pro potřebu tepla u HB

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (účinnost)	Cena tepla Kč/kWh	Spotřeba paliva za rok	Náklady na vytápění Kč/ rok
Zemní plyn (37,82 MJ/m³)	1,16372/kWh, + 438,92/měs.	Běžný kotel (89%)	1,57	56309 kWh 5362 m ³	70823,-
Tepelné čerpadlo D56d	2,40761/kWh + 336/měs.	Průměrný roční topný faktor 3	0,89	15046 kWh	40258,-

Hospodářská budova s potřebou tepla 37,763 MWh ročně

Tab. 10.5: Provozní náklady pro potřebu tepla u HB

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (účinnost)	Cena tepla Kč/kWh	Spotřeba paliva za rok	Náklady na vytápění Kč/ rok
Tepelné čerpadlo D56d	2,40761/kWh + 336/měs.	Průměrný roční topný faktor 3	0,91	12583 kWh	34328,-

Z tabulek je zřejmé, že tepelné čerpadlo jako zdroj pro pokrytí všech potřeb tepla vychází daleko levněji než při použití kotle na zemní plyn. U rodinného domu je tento rozdíl 24516,- Kč a u hospodářské budovy rozdíl činí dokonce 36495,- Kč s uvažováním spolupráce tepelného čerpadla a solárních kolektorů.

10.3 Výpočet návratnosti

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{\text{celkové investiční náklady na zařízení}}{\text{roční úspora provozních nákladů}} \quad [\text{roky}] \quad (10.1)$$

$$\text{Doba návratnosti u RD} = \frac{471100}{24516} = 19,2 \text{ let}$$

$$\text{Doba návratnosti u HB} = \frac{536595}{36495} = 14,7 \text{ let}$$

V případě znovuootevření programu „Zelená úsporám“ by byla možnost využít státní dotaci na tepelné čerpadlo pouze pro rodinný dům ve výši 75000,- Kč. Touto částkou by se samozřejmě snížila doba návratnosti, ovšem znovuootevření programu je velice nepravděpodobné.

10.4 Environmentální vyhodnocení

Environmentální hodnocení je hodnocení, které ukazuje na vliv emisí škodlivých látek daného zařízení na životní prostředí. Hodnoty emisí lze vyjádřit emisními faktory pro daný druh paliva. Zde je porovnání emisních faktorů znečišťujících látek pro zemní plyn a v další tabulce pro systémovou elektřinu.

Emisní faktory pro zemní plyn [kg/10⁶ m³]

Tab. 10.6: Emisní faktory zemního plynu

Druh paliva	Druh topeniště	Tepelný výkon kotle	TL	SO ₂	NO _x	CO	Org. látky
Zemní plyn	jakékoliv	do 0,2 MW	20	9,6	1600	320	64

Emisní faktory pro systémovou elektřinu [kg/GJ]

Tab. 10.7: Emisní faktory systémové elektřiny

Typ zdroje emisí	TL	SO ₂	NO _x	CO	Org. Látky	CO ₂
Elektřina- systémové zdroje (včetně jaderných a vodních)	0,02591	0,489376	0,415698	0,0393	0,03086	325

Řada lidí žije v domněnī, že tepelné čerpadlo neprodukuje žádné emise. Opak je ale pravdou, neboť součástí každého tepelného čerpadla je kompresor, který spotřebovává elektrickou energii. Ta se vyrábí v elektrárnách, a proto i tepelná čerpadla mají vliv na znečišťování ovzduší. Tedy v místě instalace TČ emise nejsou, ale v místě výroby elektřiny ano. Ale u environmentálního vyhodnocení je třeba brát ohled na globální produkci škodlivin.

Nejvíce emisí produkují uhelné elektrárny, které mají u nás největší podíl na výrobě elektřiny. Naopak jaderná energie nebo energie z obnovitelných zdrojů nevytváří žádné emise znečišťujících látek.

Opět jsem jako alternativu k tepelnému čerpadlu použil plynový kotel. Ve výsledném vyhodnocení, které je v tabulkách, vidíme, že dopad emisí na životní prostředí z plynového kotle je podstatně menší, než při výrobě elektrické energie, která je potřebná pro kompresor tepelného čerpadla.

Emisní hodnoty u RD

Tab. 10.8: Porovnání emisí TČ s plynovým kotlem

Druh znečišťující látky	TL [kg/rok]	SO ₂ [kg/rok]	NO _x [kg/rok]	CO [kg/rok]	Org. látky [kg/rok]	CO ₂ [kg/rok]
Tepelné čerpadlo	1,128826	21,320742	18,110797	1,712190	1,344483	14159,34
Zemní plyn	0,08626	0,041404	6,9008	1,38016	0,276032	9058

Emisní hodnoty u HB bez uvažování solárních panelů

Tab. 10.9: Porovnání emisí TČ s plynovým kotlem

Druh znečišťující látky	TL [kg/rok]	SO ₂ [kg/rok]	NO _x [kg/rok]	CO [kg/rok]	Org. látky [kg/rok]	CO ₂ [kg/rok]
Tepelné čerpadlo	1,403430	26,507344	22,516531	2,128708	1,671550	17603,82
Zemní plyn	0,10724	0,051475	8,5792	1,71584	0,343168	11261,8

Emisní hodnoty u HB s uvažováním solárních panelů u TČ

Tab. 10.10: Porovnání emisí TČ s plynovým kotlem

Druh znečišťující látky	TL [kg/rok]	SO ₂ [kg/rok]	NO _x [kg/rok]	CO [kg/rok]	Org. látky [kg/rok]	CO ₂ [kg/rok]
Tepelné čerpadlo	1,173691	22,168145	18,830620	1,780242	1,397920	14722,11
Zemní plyn	0,10724	0,051475	8,5792	1,71584	0,343168	11261,8

11 ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem navrhl systém vytápění a přípravu teplé vody pro rodinný dům a hospodářskou budovu s využitím tepelného čerpadla. Dům se nachází v okresním městě Nový Jičín a je obýván čtyřmi osobami.

Součástí hospodářské budovy je krytý bazén, kde pro ohřev bazénové vody je použito solárních kolektorů. Ovšem podmínkou pro návrh kolektorů bylo, aby v letních měsících nevznikaly přebytky tepla, proto je zvoleno 5 kusů kolektorů Ekostart Therma II, které na trh dodává výrobce Ekosolaris. Na zbylé potřebě tepla pro bazénovou vodu se podílí tepelné čerpadlo typu země - voda, využívající jako zdroj energie horizontální kolektor s plochou 580 m². U krytého bazénu se samozřejmě počítalo s celoročním provozem.

Pro stanovení potřebného výkonu tepelného čerpadla bylo mimo jiné zapotřebí vypočítat sezónní potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. Na základě těchto potřeb a tepelných ztrát rodinného domu a hospodářské budovy byly navrženy dvě stejná tepelná čerpadla, pracující v každém objektu samostatně. Navržené tepelné čerpadlo IVT GREENLINE E17 je vybaveno elektrokotlem sloužícího v případě extrémních mrazů. Při přerušení dodávky elektrické energie je možno použít krb s krbovou vložkou, který se nachází v obou objektech.

Co se týká investičních nákladů pro tento systém, tak v obou případech jsou příliš vysoké. U rodinného domu se jedná o náklady ve výši 471100,- Kč a u hospodářské budovy dokonce 536595,- Kč. Návratnost pak vyšla u rodinného domu 19 let a 15 let pro hospodářskou budovu. Vzhledem k tomu, že se jedná o novostavbu, je doba návratnosti dosti vysoká, ovšem pro majitele stále přijatelná.

Environmentální zhodnocení potvrdilo fakt, že tepelné čerpadlo není z globálního hlediska k životnímu prostředí ekologičtější než kotel na zemní plyn. U solárních kolektorů jsem počítal i s emisemi, které vznikají provozem oběhového čerpadla. Ale i tak nám solární kolektory produkci emisí značně snižují, což je pro ovzduší velmi prospěšné.

12 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CIHELKA, J. *Sluneční vytápěcí systémy*. 2. vydání. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1984. 208 s.
- [2] MATUŠKA, T. *Solární tepelné soustavy: Sešit projektanta- pracovní podklady*. Praha: Společnost pro techniku prostředí- odborná sekce Alternativní zdroje energie, 2009. 194 s. ISBN 978-80-02-02186-5.
- [3] KAMINSKÝ, J.; VRTEK, M. *Obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd. Ostrava: VŠB- TU Ostrava, 1998. 102 s. ISBN 80-7078-445-8.
- [4] MELECKÝ, J. *Návrh plynového vytápění rodinného domu*. Ostrava, 2009. 50 s. Bakalářská práce. VŠB- TU Ostrava.
- [5] DVOŘÁK, Z., KLAZAR, L., PETRÁK, J. *Tepelná čerpadla*. 1. vyd.. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1987. 339 s.
- [6] TURNER W. C. *Energy Management Handbook*. 3. vydání, Lilburn: The Fairmont Press, Inc., 1997. 40 s. ISBN: 0-13-728098-X.
- [7] MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N. *Fundamental of Engineering Thermodynamics*. 2. vyd. New York: John Wiley&Sons, Inc., 1992. ISBN 0471076813.
- [8] <http://www.tzb-info.cz/>
- [9] <http://www.cerpadla-ivt.cz/>
- [10] <http://www.ivarcs.cz/>
- [11] <http://www.ekosolaris.cz/>
- [12] <http://www.quantumas.cz/projekce/>
- [13] <http://www.reflexcz.cz/>
- [14] http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/vrt/AOZE/ZZZ_Dipl_ENV/
- [15] <http://biom.cz/>
- [16] <http://www.zelenausporam.cz/>
- [17] propagační materiály IVAR CS
- [18] projekční materiály

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev TV

Příloha č. 2: Výpočet databáze Meteonorm

Příloha č. 3: Pohledy RD a HB

Příloha č. 4: CD obsahující: text Diplomové práce, výkresy, výpočty

Výkresová dokumentace:

MEL 115- 01: Půdorys přízemí RD- ústřední vytápění

MEL 115- 02: Půdorys podkroví RD- ústřední vytápění

MEL 115- 03: Půdorys přízemí RD- podlahové vytápění

MEL 115- 04: Půdorys podkroví RD- podlahové vytápění

MEL 115- 05: Schéma zapojení TČ u RD

MEL 115- 06: Půdorys HB- ústřední vytápění

MEL 115- 07: Půdorys HB- podlahové vytápění

MEL 115- 08: Schéma zapojení TČ + solar u HB

Děkuji doc. Ing. Mojžíru Vrtkovi, Ph.D. za cenné rady poskytnuté při zpracování diplomové práce.